

梧州市福联矿业有限公司梧州市龙圩区
水胜口-牛栏冲银矿
矿区生态修复方案

梧州市福联矿业有限公司
2026 年 01 月

梧州市福联矿业有限公司梧州市龙圩区
水胜口-牛栏冲银矿
矿区生态修复方案

提交单位：梧州市福联矿业有限公司

编制单位：广西煤炭地质一五〇勘探队

法定代表人：唐胜群

方案编制负责人：谭昭勇

主要编制人员：谭昭勇、覃贵鹏、黄伟、
黄焕杰、莫林川、蓝能斌

采 矿 权 人 信 息	采矿权人名称	梧州市福联矿业有限公司						
	统一社会信用代码	*****			联系人		张学诗	
	联系地址	梧州市龙圩区龙圩镇政贤一路 60 号			联系电话		*****	
	采矿权证证 号	*****			开采方式		地下开采	
	采矿权面积	*****平方公里	采矿权拐点坐标	拐点坐标	2000 国家大地坐标系		备注	
				X	Y			
				1	*****	*****		
				2	*****	*****		
				3	*****	*****		
				4	*****	*****		
5				*****	*****			
6				*****	*****			
7				*****	*****			
8				*****	*****			
9				*****	*****			
10				*****	*****			
11				*****	*****	扣除区域		
12				*****	*****			
13	*****	*****						
14	*****	*****						
采 矿 权 有效期限	2017 年 10 月 13 日至 2025 年 10 月 13 日							
开 采 主矿种	银矿、金			其他矿种		无		
方案编制情形	<input type="checkbox"/> 首次申请采矿许可 <input type="checkbox"/> 扩大开采区域 <input type="checkbox"/> 缩小开采区域 <input type="checkbox"/> 变更开采方式 <input type="checkbox"/> 变更开采主矿种 <input checked="" type="checkbox"/> 延续 <input type="checkbox"/> 其他							

方 案 编 制 单 位	单位名称	广西煤炭地质一五〇勘探队						
	统一社会信用代码	*****			联系人		李波	
	联系地址	广西壮族自治区南宁市邕宁区新邕路 169 号			联系电话		*****	
	编制负责人							
	姓 名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名		
	谭昭勇	*****	勘查技术与工程	水工环地质工程师	*****			
	主要编制人员							
	姓 名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签 名		
	覃贵鹏	*****	资源勘查工程	工程师	*****			
	黄 伟	*****	地质工程	工程师	*****			
	黄焕杰	*****	测绘工程	工程师	*****			
	蓝能斌	*****	资源勘查工程	工程师	*****			
	莫林川	*****	水文地质与工程地质	工程师	*****			

目录

前 言	1
一、编制目的	1
（一）任务来由	1
（二）编制目的	1
（三）方案编制情况	3
二、服务年限	5
三、编制依据	6
第一章 矿山基本情况	6
一、矿业权人基本情况	6
二、地理位置与区域概况	6
（一）矿区位置与交通	6
（二）与周边环境关系	7
（三）自然地理与基础设施概况	7
（四）规划符合性	7
三、矿山开采历史及现状	7
（一）探矿权取得情况	7
（二）采矿权申请情况	9
（三）矿山勘查、开采历史与现状	9
第二章 矿区基本信息	21
一、矿区自然条件	21
（一）地形地貌	21

(二) 水文气象条件	21
(三) 土壤.....	22
(四) 植被.....	22
(五) 地下水.....	22
二、 社会经济概况	23
三、 矿区地质环境背景	24
(一) 地层岩性.....	24
(二) 地质构造与地震等级	27
(三) 矿体地质特征	29
(四) 水文地质条件	34
(五) 工程地质条件	41
(六) 矿山地质环境和土地条件小结	43
四、 矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	44
五、 矿区生态状况	47
六、 矿区及周边人类重大工程活动.....	47
七、 矿区生态修复工作情况	48
(一) 矿区生态修复工作成效	48
(二) 存在的问题	48
(三) 取得的经验教训	48
八、 矿区基本情况调查监测指标.....	48
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	50
一、 问题识别与受损预测	50

(一) 现状问题	50
(二) 受损预测	60
(三) 问题诊断评价结论	79
二、生态修复可行性分析	80
(一) 技术经济可行性分析	80
(二) 目标方向可行性分析	91
(三) 边开采、边修复可行性分析	93
三、生态修复分区及修复时序安排	93
四、采矿用地与复垦修复安排	94
第四章 生态修复措施与工程内容	95
一、保护与预防控制措施	95
(一) 敏感目标保护	95
(二) 表土剥离与植被移植利用	95
(三) 相关协同措施	95
二、修复措施	98
(一) 地貌重塑	98
(二) 土壤重构	100
(三) 植被重建	100
(四) 景观营建	101
三、工程内容	102
(一) 修复工程	102
(二) 工程汇总	104

第五章 监测与管护	105
一、监测目标与措施	105
（一）监测目标任务	105
（二）监测措施	105
二、管护目标与措施	110
（一）管护目标任务	110
（二）林地管护措施	110
三、工程量	111
第六章 工程部署与经费估算	113
一、总体部署	113
二、总体经费估算	115
（一）经费估算依据	115
（二） 单项工程量及其经费估算	124
（三）总工作量及其经费估算	126
三、阶段性工作任务与经费安排	127
（一）阶段工作任务	127
（二）近年工作任务与经费进度安排	129
第七章 保障措施与公众参与	131
一、保障措施	131
（一）组织保障措施	131
（二）技术保障措施	131
（三）资金保障措施	132

（四）监管保障措施	132
二、 公众参与	133
三、 效益分析	133
第八章 结论	136

前 言

一、编制目的

（一）任务来由

梧州市福联矿业有限公司梧州市龙圩区水胜口—牛栏冲银矿原有采矿许可证有效期限自 2017 年 10 月 13 日至 2025 年 10 月 13 日，采矿证已过期，发证机关为广西壮族自治区自然资源厅。

为贯彻落实新修订的《中华人民共和国矿产资源法》，做好过渡期内矿区生态修复方案编制、评审及验收工作。依据自然资源部有关要求，涉及采矿许可证延续以及开采方案重大调整的，采矿权人应当按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》要求重新编制方案并报审，不再编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

在此背景下，梧州市福联矿业有限公司为办理采矿权延续，于 2025 年 12 月委托广西煤炭地质一五〇勘探队开展《梧州市福联矿业有限公司梧州市龙圩区水胜口—牛栏冲银矿矿区生态修复方案》的编制工作。

（二）编制目的

通过收集资料与野外调查，查明矿区地质灾害现状及隐患等矿山地质环境问题、查明矿区土地利用类型和矿区各类土地的损毁及土地复垦情况；对矿山生产活动造成的土地损毁与矿山地质环境影响进行现状和预测评估，并根据评估结果进行矿山地质环境保护与治理恢复分区、确定土地复垦责任区，制定矿山地质环境保护与恢复治理与土

地复垦工程措施、估算相关费用、制定工作计划等。通过编制矿区生态修复方案，将矿区生态修复目标、任务、措施和计划等落到实处，有效防止地质灾害的发生，降低地质灾害危害程度；使被损毁的土地恢复并达到最佳综合效益的状态，努力实现社会经济、生态环境的可持续发展；从而保护土地，防止水土流失，达到恢复生态环境保护生物多样性的目的；同时，为矿区生态修复的实施管理、监督检查以及相关资金提取、使用等提供依据。

1.解决矿区生态环境问题

解决本矿区在开采过程中以及历史遗留产生的各类生态环境问题，如土地损毁（包括挖损、塌陷、压占等）、植被破坏、水土流失、地质灾害隐患（如边坡失稳、地面塌陷等）、水环境污染（如矿坑水、选矿废水污染等）、大气污染（如扬尘、废气排放等）以及生态系统功能退化等，通过制定科学、系统的修复方案，明确针对性的修复措施与技术路径，有效解决这些生态环境问题，逐步恢复矿区的生态功能与生态安全。

2.指导矿山企业有序开展生态修复工作

为矿山企业提供清晰、可操作的生态修复实施行动指南。通过制定详细的修复目标、任务、技术方法、进度安排、资金保障等内容，使矿山企业能够按照方案要求，有序、高效地推进生态修复工程的实施，避免修复工作的盲目性、随意性和碎片化，确保修复工程的质量和成效，实现生态修复工作的科学化、规范化管理。

3.实现资源开发与生态保护的协调统一

在保障矿山资源合理开发利用的同时，借助生态修复最大限度降低开采对生态环境的负面影响，促进资源开发与生态环境保护相协调。通过科学修复，将采矿活动对生态系统的干扰控制在可承受范围内，统筹经济效益、生态效益与社会效益，推动矿山企业走上绿色发展、可持续发展的道路。

4.促进矿区可持续发展

通过实施生态修复，改善矿区及周边区域生态环境质量，提升生态系统的稳定性与可持续性，为矿区的长期可持续发展奠定坚实的基础。

（三）方案编制情况

1、原方案落实情况

本矿于 2017 年由采矿权人委托*****编制《梧州市福联矿业有限公司水胜口—牛栏冲银矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案》，该方案于 2017 年通过专家组评审。

该方案设计主要工作包括生产中前期表土收集堆放工程，排水沟、挡土墙、沉淀池及监测井工程，井口切坡治理工程，以及整个生产过程中地质灾害监测工程，土地损毁及复垦配套设施等监测管护工程。生产后期主要工作为生产过程中地质灾害监测工程，土地损毁及复垦配套设施等土地复垦监测工程。闭坑后恢复治理与土地复垦工作包括各井口场地、新建废石场、生活区、矿山公路及沉淀池等恢复治理及土地复垦工程，井筒封堵工程，地质灾害监测工程，以及恢复治理及土地复垦实施后的监测及管护工程。

根据现场调查原方案主要落实情况为对矿区办公区对面（原废石场）山坡坡脚砌筑长度 80m 挡土墙，坡顶安装 100m 长的护栏。废石场设有防尘网。矿山企业已缴纳****万元矿山地质环境恢复保证金缴纳票据见附件 17。

2、存在的问题

从上面可以看出，矿山治理取得了一定的效果，但也存在一些问题。矿山边坡缺少植被，易造成滑坡、泥石流等地质灾害。

3、取得的经验教训

前期在基建和生产过程中，应注意表土收集和保护，为后期矿山治理和土地复垦工作创造条件。

在复垦区加强植被种植及管护。提高植被的覆盖率，预防地质灾害发生。

4、本方案情况

因采矿许可证延续，根据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》中的要求，需重新编制矿区生态修复方案，不再编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

2025 年 12 月，我队接到委托后，按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》中要求的工作程序，在充分收集、分析矿山现有相关资料的基础上，于 2025 年 12 月下旬组织专业技术人员对矿区及其周围采矿活动影响范围区域进行实地调查、走访，主要调查区域为矿山现有井口场地、拟建废石场、拟建井口场地、采空区地面塌陷范围及周围村庄等。重点调查矿区的地质灾害发育现状、地层岩性、地质构

造，通过现场调查及走访当地居民，明确矿山现状地质灾害发育情况及潜在危害对象。同时收集项目区及周边自然地理、生态环境、社会经济、土地利用现状及权属问题等相关资料；根据土地利用现状，对土地复垦义务人、土地使用权人、政府相关部门及相关权益人进行公众调查，在充分听取了他们的意愿之后拟定生态修复的总体方向。

根据矿山矿产资源开发利用方案，对矿山开采区及其矿业活动的影响区，进行矿山生态环境问题识别诊断及修复可行性分析，并划分地质环境保护与恢复治理分区；合理划分生态修复分区，明确分区、分期目标任务和时序安排，并拟定复垦修复土地的目标分类、范围、面积、质量、预计复垦的起止时间等。最后制定详细的矿山生态修复措施和对应的技术手段，工程内容，并给出监测和管护目标机管护措施，编制经费预算和效益分析。提出切实可行的组织保障、技术保障、资金保障措施，保障矿山地质环境恢复治理和土地复垦工作进行顺利。

二、服务年限

根据梧州市福联矿业有限公司于 2016 年 12 月编制的《梧州市福联矿业有限公司水胜口—牛栏冲银矿矿产资源开发利用方案》，该项目属于小型矿山，设计年生产规模为*万 t，矿山服务年限为*年（含基建期*年）。截止 2025 年 12 月本矿山已基本完成基建期，矿山还有生产期为*年，矿山闭坑后需要 3 年的恢复治理、土地复垦及监测管护期，因此本方案的服务年限为 10 年（预计自 2026 年 1 月至 2036 年 1 月）。当采矿权人扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式的，应重新编制矿区生态修复方案。

三、编制依据

略

第一章 矿山基本情况

一、矿业权人基本情况

梧州市福联矿业有限公司为持有梧州市龙圩区水胜口—牛栏冲银矿采矿权的主体。该公司系自然人独资的有限责任公司，无上级隶属企业或集团关系，其注册资本为 300 万元人民币，由自然人股东张学诗全额认缴并实缴出资，持股比例为 100%。企业性质属于《公司法》所界定的“自然人投资或控股的有限责任公司”。

二、地理位置与区域概况

（一）矿区位置与交通

本矿山位于广西壮族自治区梧州市龙圩区西南约*km（方位角约*°）的***—***、牛栏冲一带，以及藤县县城以东约*km 的水胜口村—城村区域，行政上隶属于龙圩区新地镇与藤县塘步镇管辖。矿区中心地理坐标为：东经*°*′*″，北纬*°*′*″。

矿区交通条件较为便利。北部有南宁—梧州二级公路；东部有玉林—梧州二级公路及广州—昆明高速公路（G80），西部有洛阳—湛江铁路支线通过。矿区现有简易水泥公路与二级公路连接，能满足目前运输需求。

（二）与周边环境关系

矿区周边无其他已设矿业权，属于延续矿山。目前矿区内存在历史形成的民窿及盗采痕迹，现已全部停止开采，无矿权纠纷与非法开采行为。周边相邻区域主要为村镇、农用地及自然山体，无铁路、高等级公路、大型水利设施、重要管道及自然保护区、风景名胜区等环境敏感目标。矿区与最近居民点（***）保持一定距离，开采活动对周边聚居区影响可控。

（三）自然地理与基础设施概况

矿山地处浔江流域，属丘陵地貌，水系呈树枝状分布，溪水常年有水，可满足矿山生产与矿山生活用水需求。区内已有南方电网 10KV 高压线路经过，供电条件良好。总体而言，矿区已实现水、电、路“三通”，具备矿山开发的基本外部条件。

（四）规划符合性

本矿山的开发建设符合《广西壮族自治区矿产资源总体规划（2021 年—2025 年）》及《梧州市矿产资源开发利用总体规划》相关要求，属于允许开采区，与区域国土空间规划及生态环境管控要求相协调，这是合规的。

三、矿山开采历史及现状

（一）探矿权取得情况

该矿区首次普查工作始于 2003 年 5 月，探矿权由*****取得。2010 年 5 月，梧州市福联矿业有限公司通过转让方式获得“广西藤县城村金矿详查”探矿权。后续权证变更与延续情况如下：

2012 年 6 月，探矿权勘查项目登记变更为金银矿勘探；

2014 年 5 月，办理勘探登记延续；

探矿权证号：*****

勘查面积：***km²

勘查矿种：金银矿；

有效期：2014 年 12 月 10 日至 2016 年 5 月 12 日；

勘查单位：*****。

2016 年 6 月 9 日，梧州市福联矿业有限公司办理了探矿权首次保留，勘查许可证号不变（*****），有效期限为 2016 年 6 月 9 日至 2018 年 5 月 12 日，勘查单位为*****。

探矿权保留面积***km²，范围由 17 个拐点圈定（详见表 1-1）。

表 1-1 广西藤县城村金银矿勘探（首次详查保留，80 坐标）拐点坐标表

序号	经 度	纬 度	X 坐标	Y 坐标	备注
A	*****	*****	*****	*****	保留区域
B	*****	*****	*****	*****	
C	*****	*****	*****	*****	
D	*****	*****	*****	*****	
E	*****	*****	*****	*****	
F	*****	*****	*****	*****	扣除区域 1
G	*****	*****	*****	*****	
H	*****	*****	*****	*****	
I	*****	*****	*****	*****	
J	*****	*****	*****	*****	
K	*****	*****	*****	*****	
L	*****	*****	*****	*****	
M	*****	*****	*****	*****	
N	*****	*****	*****	*****	扣除区域 2
O	*****	*****	*****	*****	
P	*****	*****	*****	*****	
Q	*****	*****	*****	*****	

（二）采矿权申请情况

2016 年 9 月，梧州市福联矿业有限公司向原广西壮族自治区国土资源厅提出探矿权转采矿权的申请，并于 2016 年 10 月 8 日获得了原广西壮族自治区国土资源厅划定矿区范围的批复（桂国土资采划〔2016〕14 号），划定矿区面积***km²，开采标高：***m~***m，划定矿区范围由 14 个拐点圈定，各拐点坐标详见表 1-2。

表 1-2 划定矿区范围拐点坐标表

拐点坐标	西安 80 坐标系		备注
	X	Y	
1	*****	*****	
2	*****	*****	
3	*****	*****	
4	*****	*****	
5	*****	*****	
6	*****	*****	
7	*****	*****	
8	*****	*****	
9	*****	*****	
10	*****	*****	
A	*****	*****	扣除区域
B	*****	*****	
C	*****	*****	
D	*****	*****	

（三）矿山勘查、开采历史与现状

1.以往工作情况

在本次方案编制工作开展前，前人在矿区及周边已做过一定的工程地质、水文地质工作，主要如下：

略

2.矿山开采历史及现状

该矿山属延续矿山，目前尚未正式开采，但矿区范围内存在历史盗采现象，分布有较多早期民窿。所有民窿现已停止开采，其中部分存在积水情况。根据地质勘查资料，已对掘进的民窿完成封堵处理。

矿区周边原设有*****矿山，该矿采矿权现已过期，遗留民窿多已废弃。目前，矿区周边无其他有效矿业权设置，不存在矿权争议。

矿山已于2025年12月17日取得不动产权证书，证号：*****，权利期限自2025年12月17日至2032年8月17日。其开采范围拐点坐标详见下表1-3。

表 1-3 开采区域范围拐点坐标

序号	坐标系统:2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
5	*****	*****
6	*****	*****
7	*****	*****
8	*****	*****
9	*****	*****
10	*****	*****
开采深度:200.20m 至-271.00m		
扣除范围		
11	*****	*****
12	*****	*****
13	*****	*****
14	*****	*****
开采深度:200.20m 至-271.00m		

3.矿山拟开采方案设计概述

(1) 设计利用的资源储量

矿区设计利用矿石量为***万 t, 金属量***, 平均品位 Ag *** (含伴生金矿石量***万 t, 金金属量***kg, 平均品位***)。

(2) 设计开采对象、规模、服务年限及产品方案

设计开采对象为拟申请采矿权范围内的I—①、I—②、II—①、III—①四个银矿体。

矿山设计年开采规模: ***万 t;

生产服务年限: ***年 (含基建期***年);

产品方案: ***的原矿石。

(3) 矿床开采方式

根据矿区地形地貌特点和各银矿体的赋存状况、矿床开采技术条件等因素, 设计确定矿床采用地下开采方式。

(4) 开拓运输方案

设计矿山开采I—①、I—②、II—①、III—①四个银矿体, 各矿体赋存较为分散, 其中I—①、I—②号矿体距离相近, II—①、III—①号矿体距离相近, 根据矿区地形地质条件、矿体埋藏深度及赋存情况等开采技术条件, 设计矿区分为南北两个采区, 其中北采区开采I—①、I—②号矿体, 南采区开采II—①、III—①号矿体。设计前期开采北采区矿体, 后期接替开采南采区矿体。

设计北采区矿体赋存标高为-3m~-216m, 矿体长度为 85m~306m, 南采区矿体赋存标高为-110m~-266m, 矿体长度为 120m~75m, 南北采区开采矿体距离约为 400m。矿山资源储量较少, 开采服务年限也较短。根据上述因素, 设计各采区采用斜井开拓矿床, 为减

少投资及生产经营费用,方便管理,设计对各采区采用的斜井开拓(含斜井级数、提升排水设施、供电、运输等)进行比较,并与业主商定,设计北采区采用三级斜井开拓运输方案,南采区采用四级斜井开拓运输方案。

1) 北采区开拓运输方案

北采区开采对象为I—①、I—②号矿体,设计开采矿体赋存标高为-3m~-216m。在矿区东部地表往西开掘 1#明斜井(127m~8m)至 8m 水平,随后开掘 8m 中段运输平巷,再往北采区分别开掘 2#斜井(8m~-140m)及 3#斜井(-140m~-216m),开掘的斜井采用甩车道及平车场分别与-5m、-50m、-95m、-140m、-180m、-216m 中段连通,各中段间开掘人行回风天井贯通,总回风斜井(80m~-5m)设置在采区西北部,与-5m 中段回风平巷贯通。上述开拓井巷构成了北采区矿床开拓运输通风系统。

各盲斜井主要用于担负矿石、废石、材料及设备的运输任务,是人员进出、通风、供气、供排水、供电等各类管线出入口,亦是矿井安全出口之一。

中段划分为-5m、50m、-95m、-140m、-180m、-216m 等 6 个中段,中段高度为 36m~45m,中段运输平巷沿矿体走向布置在矿体下盘中,中段运输平巷一般不需支护,但遇岩石破碎和节理裂隙发育地段采用喷浆或砼支护(必要时锚杆支护),以策安全。

矿岩运输:设计各中段回采矿石和掘进之废石,分别由漏斗和装岩机装入矿车,再用矿车运至盲斜井井底车场,依次提升至地表,矿

石卸于 1#斜井口附近的矿仓，废石用于修建道路和平整场地，多余则运至废石场的堆放。

总回风斜井：根据矿体的赋存条件和开拓井巷布置情况，为并确保各中段开采新风和废风流互不干扰，保持矿井通风条件良好，设计确定在地表 116 勘探线以南开掘总回风斜井（80m~-5m），通过开掘的中段人行回风井和回风平巷贯通，构成矿井通风系统。总回风平窿主要用于矿井的通风，并兼作矿井第二个安全出口。

2) 南采区开拓运输方案

南采区开采对象为Ⅱ—①、Ⅲ—①号矿体，设计开采矿体赋存标高为-110m~-266m。设计利用 1#明斜井（127m~8m）及 8m 中段运输平巷，再往南采区分别开掘 4#斜井（8m~-52m）、5#斜井（-52m~-110m）、6#斜井（-145m~-266m），开掘的斜井采用甩车道及平车场分别与-52m、-110m、-145m、-190m、-206m、-226m、-246m、-266m 中段连通，各中段间开掘人行回风天井贯通，总回风井（100m~8m）设置在采区西部，与 8m 中段回风平巷贯通。上述开拓井巷构成了南采区矿床开拓运输通风系统。

各盲斜井主要用于担负矿石、废石、材料及设备的运输任务，是人员进出、通风、供气、供排水、供电等各类管线出入口，亦是矿井安全出口之一。-110m、-145m、-190m、-206m、-226m、-246m、-266m 等 7 个中段，中段高度为 16m~35m，中段运输平巷沿矿体走向布置在矿体下盘中，中段运输平巷一般不需支护，但遇岩石破碎和节理裂隙发育地段采用喷浆或砼支护（必要时锚杆支护），以策安全。

矿岩运输：设计各中段回采矿石和掘进之废石，分别由漏斗和装岩机装入矿车，再用矿车运至盲斜井井底车场，依次提升至地表，矿石卸于 1#斜井口附近的矿仓，废石用于修建道路和平整场地，多余则运至废石场的堆放。

总回风井：根据矿体的赋存条件和开拓井巷布置情况，为并确保各中段开采新风和废风流互不干扰，保持矿井通风条件良好，设计确定在地表 12 勘探线以南开掘总回风井（100m~8m），通过开掘的中段人行回风井和回风平巷贯通，构成矿井通风系统。总回风平窿主要用于矿井的通风，并兼作矿井第二个安全出口。

（5）开采顺序

设计首期（***年，含基建期）开采北采区Ⅰ—①、Ⅰ—②号矿体，后期（***年）接替开采南采区，Ⅱ—①、Ⅲ—①号矿体。不同矿体在同一中段先开采上盘矿体，后开采下盘矿体；同一矿体由上而下分中段开采，在同一中段采用后退式回采，即先采端部矿块，向开拓斜井底方向后退式回采，先采正规采场，后回收矿柱、残矿。两个中段同时工作时，上中段应超前下中段 50m。

（6）采矿方法

Ⅰ—①、Ⅰ—②、Ⅲ—①号矿体属急倾斜薄矿体，Ⅱ—①号矿体属缓倾斜薄矿体，矿石无板结性及自燃现象，根据矿体赋存特点和矿床开采技术条件，设计急倾斜薄矿体采用浅孔留矿采矿法开采，缓倾斜薄矿体采用浅孔房柱法开采。

1) 浅孔留矿法

①矿块构成要素

矿块沿矿体走向布置，矿块长 50m，当矿体厚度大于 1.2m 时，其矿房宽为矿体水平厚度；当矿体厚度小于 1m 时，其采幅不能小于 1.2m，中段高度 35m~46m，间柱宽 6m，顶柱高 3m，底柱高 5m，漏斗间距 5m~7m。

②采准切割工作

采场运输巷道布置在矿脉下盘，采场天井布置在间柱内（规格为 2×2m），自拉底水平往上每隔 4m~5m 开掘（断面为 2×2m）联络道联通矿房。切割工作是每隔 5m~7m 开掘漏斗颈（1.5×1.5m）并扩大成漏斗，并在漏斗顶部开凿拉底平巷，拉底层高 2m，自拉底巷道完毕即进行矿房回采。

③矿房回采

采场回采采用自下而上分层回采，分层高度为 2m，分两个梯段进行，采用 7655 型凿岩机打炮孔落矿，炮孔为梅花型布置，孔深 2m，眼距 0.8m~1m，排距 0.8m，采用人工装药，使用导爆管起爆炸药。每次爆破后放出 30%左右的采下矿石量，其余暂存在采场内，使回采工作面保持 2m 高空间，以便在矿堆上凿岩、处理松石等工作。当矿房回采至顶柱时，即进行大量放矿。

④出矿

采用人工控制漏斗闸板放矿装车，采用矿车直接运至斜井井底车场，再通过各级斜井依次提出至地面，然后卸至地面矿仓。

⑤采场通风

采场通风亦是利用全矿总风流通风，新鲜风流由运输平巷经采场一侧天井进入采场回采工作面，污风从另一侧采场回风天井排至上中段已开采结束的平巷，纳入总回风系统中，由主扇风机抽出地表。

⑥顶板管理

由于工人直接在空场顶板下作业，做好顶板管理工作十分重要，顶板管理主要措施有：

- a. 每次爆破后均要细心处理浮石，敲帮问顶；
- b. 用高压水清洗工作面顶板；
- c. 局部不稳固地段用锚杆支护，必要时加留临时矿柱支撑；
- d. 加强采场内照明；
- e. 配备专职安全员检查和处理顶板浮石。

f. 矿山应建立顶板分级管理制度。对顶板不稳固的采场，应有监控手段和处理措施，具体处理措施依现场具体情况确定（采用喷浆或锚杆等支护措施）。

⑦矿柱回采

矿房出矿结束后进行矿柱回采，先自采场天井联络道打眼回采间柱，间柱回采 $\frac{2}{3}$ 的宽度，留下 $\frac{1}{3}$ 宽度的间隔矿柱支护空区。间柱回采结束后，从中段沿脉运输巷道向上打眼回采底柱。矿山应制定严格的矿柱回采制度，并结合生产进度制定回采矿柱进度，在不影响矿山正常、安全生产的前提下回收矿柱。

⑧空区处理

采空区有间隔矿柱支撑，但坑内废石尽量充填于采空区，以减少废石运输排放量并起到支护空区的作用。各采场回采结束后应及时封闭，以策安全。

2) 浅孔房柱法

①矿块结构参数

矿块长 50m,中段高度 16m~20m,矿房宽度为矿体厚度，顶柱高 2m，间柱宽 2m，漏斗间距 7m~10m，矿房中矿柱距离为 8m~10m。

②采准切割工作

沿走向每隔 50m 掘进采准上山，沿上山一侧每隔 5m 掘联络道，靠矿体下盘布置运输平巷，并沿平巷每 7m~10m 掘一放矿漏斗，自运输平巷底板上 5m~6m 处掘进切割巷道。

③矿房回采

采用超前掌子面全矿房推进回采，矿体厚度 $<2\text{m}\sim3\text{m}$ 时，采用整层回采，矿体厚度 $>2\text{m}\sim3\text{m}$ 时，进行分层回采，房间保留间断式 $\Phi 2\text{m}\sim3\text{m}$ 的规则矿柱，凿岩利用超前掌子面作为自由面，采用 YT28、YSP45 型凿岩机打眼爆破落矿。炮孔交错布置，孔深 1.6m~3m，孔距 0.6m~1.2m，排距 0.8m~1.2m。采用人工装药，使用乳化炸药非电导爆管起爆。

④出矿

崩落矿石采用 ZDPJ-28 型电耙扒入放矿漏斗，采用矿车直接运至斜井井底车场，再通过各级斜井依次提出至地面矿仓。

⑤采场通风

新鲜风流经中段运输平巷进入通风人行上山，矿房联络道，污风沿通风联络道、采矿空区，采准上山进入中段回风平巷，纳入总回风系统经主扇排出地表。

⑥采空区处理

采空区有矿柱支撑，一般采用封闭处理。且坑内废石可尽量用于充填采空区，以减少废石的提升运输量，并起到支护采空区的作用。中段回采结束后，应及时将采空区作封闭处理，禁止人员进入。

（7）矿井通风系统

1）矿井通风方式

依据矿体赋存条件，开采技术条件以及上述开拓方式，设计确定矿井通风采用对角抽出式通风方式。

2）通风系统简述

北采区矿井通风：开采北采区各中段矿体，新鲜风流由斜井进入，经中段运输平巷，分送至采场和掘进工作面，污风从采场回风天井或中段人行回风天井纳入已开采结束的中段回风平巷，导入-5m 总回风平巷，由设在总回风斜井（80m~-5m）的主扇风机抽出地表。掘进工作面之废风由局扇抽至就近采场回风天井或中段人行回风天井，纳入回风系统中，由主扇风机抽出地表。

南采区矿井通风：开采南采区各中段矿体，新鲜风流由斜井进入，经中段运输平巷，分送至采场和掘进工作面，污风从采场回风天井或中段人行回风天井纳入已开采结束的中段回风平巷，导入 8m 总回风平巷，由设在总回风井（100m~8m）的主扇风机抽出地表。掘进工

作面之废风由局扇抽至就近采场回风天井或中段人行回风天井，纳入回风系统中，由主扇风机抽出地表。

（8）防治水方案

1）地表水防治

矿区内所有的土建工程及相关的生产、生活设施、各井口及工业场地均高于当地侵蚀基准面和当地水系历年最高洪水水位 5m 以上，且避开山溪沟谷，避免山洪对各井口造成危害。此外，在矿区周边及各种设施周边开挖排水沟，以防地表水和暴雨形成的山洪沿崩落区和断裂带渗透井下，确保矿山生产的安全。

2）井下排水

矿区矿体埋藏深度 92m~448m，埋藏标高-3.0m~-266.0m。本矿床开采方式为地下开采，地下水是矿坑充水的直接水源，设计采用明斜井、盲斜井开拓的矿体，坑内涌水设计采用机械排水方案，根据水胜口—牛栏冲银矿开拓情况，排水系统采用分区、分级排水方案。

矿山应调查核实矿区范围内的旧窿道采空区是否有积水，对接近水体的地带或可能与水体有联系的地段，应坚持“有疑必探，先探后掘”的原则，编制探水设计，应超前探水（打大于 10m 的超前钻孔探水），经确定无危害危险后，方能进行采、掘作业，防止重大透水事故发生。

3）选矿工艺及尾矿设施

矿山产品方案为原矿，矿石直接出售，本矿区范围内不需修建选矿厂及尾矿设施。

（9）废石排放

根据矿区地形条件，设计在直距 1#斜井口约 200 的山沟内构筑废石场，并在下游构筑拦砂坝。矿山基建期废石量为***万 m^3 ，开采每年产生***万 t（折合***万 m^3 ）的废石，开采完毕约***万 m^3 的废石，总废石量为***万 m^3 。矿山废石运至废石场堆放。

第二章 矿区基本信息

一、矿区自然条件

(一) 地形地貌

本矿区位于浔江流域，属低山丘陵地貌，整体地势南高北低，海拔 70m~207.7m，相对高差 137.7m，一般高差 50m~100m。地形起伏变化中等，地形坡度一般 $20^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 。矿区植被发育，覆盖率约 80%。因此，地形地貌复杂程度属中等级别。

(二) 水文气象条件

1. 水文

矿区位于西江水系浔江河段一级支流白石河流域与新地河流域(***~***沿线)的分水岭地段。地表水系较发育，多为季节性小冲沟及溪流，呈树枝状分布，流量一般小于 1L/s。矿区周边主要地表河流为浔江及白石河。白石河位于矿区西侧，最近约***km。白石河全长约 49.5km，大致由南往北流入浔江，河道宽 10m~25m，一般水深 0.5m~2.0m，流量为 $0.97\text{m}^3/\text{s}$ ，洪水位涨幅 1m~3m。

2. 气象

据梧州气象站资料，梧州市龙圩区属亚热带季风气候，气候温和，雨量充沛。多年年均气温 19.5°C ，最冷月平均气温 10.9°C ，最热月平均气温 29.0°C ；多年年均降雨量 1523.4mm，平均降雨天数为 167.2d，日最大降雨量达 195.5mm，降雨量多集中在每年的 4 月~8

月，其降雨量占多年平均降雨量 70%以上；多年平均相对湿度 76%，多年平均无霜期 331d。

（三）土壤

据土壤普查资料，矿区土壤主要为赤红壤。土壤的成土母质主要为岩石风化的残积物和坡积物，基岩类型有花岗岩、砂岩、粉砂岩及泥岩等，一般缓坡地段及沟谷土层较厚，山地土壤特点明显。矿区耕地土壤为赤红壤，质地粘重，土层厚度 1.0m~3.0m，有机含量为 2.0%~3.0%，偏酸性，pH 值一般在 5~6.5 之间。

（四）植被

经现场调查，矿区植被类型主要为自然植被和人工植被两类。由于人类的活动，原始植被遭到不同程度的破坏，自然植被主要有杉、樟、大叶栎、桐、苦楝、桉、泡桐、油茶、八角、竹等林木及草本植被，以及松树、桉树、毛竹、樟木等人工植被，旱地主要种植玉米、黄豆、花生等农作物，植被覆盖率约 80%。

（五）地下水

根据矿区地层岩性、地质构造、地下水成因及赋存介质、地层组合、岩性特点及水文地质条件，将矿区的地下水类型划分 4 个地下水类型：第四系松散岩类孔隙水、碎屑岩构造裂隙水、碳酸盐岩夹碎屑岩溶洞裂隙水、花岗岩风化带网状裂隙水。

矿区地下水类型为以碎屑岩构造裂隙水为主，四周为岩浆岩风化带网状裂隙水，底板还存在有碎屑岩夹大理岩岩溶裂隙水。地下

水主要接受大气降水补给，以分散裂隙渗流沿风化裂隙径流排泄为特征，地下水流量、水位变幅随季节变化较为明显，通常雨后流量激增，长时间无雨后，流量锐减。地下水位、地下水流量与降水的时间关系较为密切，对降雨的反应明显。但其地下水位、流量、水质等动态要素也随着大气降雨的变化呈现季节性变化动态的特征属性，其动态变化周期与降水周期基本相同。岩浆岩区以及碎屑岩区地下水位变幅在 0.5m~4.8m，泉流量年变幅在 2~4 倍。

二、社会经济概况

矿区行政上属梧州市龙圩区***、藤县***管辖，各乡镇的社会经济概况如下：

龙圩区***土地总面积约 238km²，辖 20 个行政村，5 万多人口。全镇经济以农业生产为主，有耕地 5514.55hm²，其中水田 3458.20hm²，人均耕地面积约 1.6 亩，耕地主要种植水稻、甘蔗、木薯、花生、大豆等农作物。当地政府大力发展农业经济，重点发展蚕桑、砂糖桔、优质谷三大产业，使农业和农村经济结构进一步优化，2024 年农民人均纯收入约 5600 元。

藤县***位于藤县东部，总面积 240.5km²，辖 16 个行政村，305 个村民小组，总人口 6 万人。全镇有耕地 4.2 万亩，其中水田面积 3.25 万亩，旱地 0.95 万亩，山林面积 20.9 万亩，人均耕地面积约 0.7 亩。塘步镇以发展农业为主，以种植优质谷、龙眼、荔枝、沙糖桔、西瓜、黑皮冬瓜为主，成为当地农民的主要经济来源，2024 年农民人均纯收入约 6850 元。

矿山所处场地环境状况较好，周边主要为山地及林地为主。采矿影响范围内无文化古迹、地质公园、自然保护区，分布有*** (100 户)、*** (45 户) 及*** 等 3 个村屯共计约 900 人。矿山周围无其它矿权分布，不存在矿权争议问题。矿山周边村屯及居民饮用水情况详见表 2-1。

表 2-1 矿山周边村屯敏感点情况统计表

村屯名称	与矿区位置关系	人口	采矿影响情况说明
***	矿区东侧约 110m	100 户约 600 人	自打水井及山泉水，水井位于采矿抽疏干影响范围外。
***	矿区北侧约 150m	45 户约 270 人	自打水井及山泉水，水井位于采矿抽疏干影响范围内。
***	矿区北侧约 150m	6 户约 30 人	自打水井及山泉水，水井位于采矿抽疏干影响范围外。
***	矿区东侧		矿坑涌水、废石淋滤水排放可能造成地表水污染。

三、矿区地质环境背景

(一) 地层岩性

1. 区域地质

区域上出露地层主要有震旦系培地组 (Zp)、寒武系小内冲组 (Cx) 及黄洞口组 (Ch)、奥陶系兰瓮组 (O₃l)、白垩系新隆组 (K₁x) 等。培地组、小内冲组和黄洞口组为复理石碎屑岩建造，新隆组为陆相盆地红色复陆屑岩建造。

(1) 震旦系培地组 (Zp)

出露于测区的西北部。岩性主要为灰绿色～灰色块状，巨块状轻

变质细粒、中细粒长石石英砂岩，次为灰～灰黑色中簿层～条带状绢云母板岩或泥岩及硅质泥岩，偶见铁锰质结核。顶部以浅灰色中厚层状石英粉砂质绢云母板岩或硅质泥岩与寒武系小内冲组分界。砂、泥岩复理石韵律、浊积岩沉积特征明显。泥岩水平层理较发育，并见条带状构造。

（2）寒武系小内冲组（C_x）和黄洞口组（Ch）

出露于测区的西北部及东部。

小内冲组（C_x）：岩性为灰绿色块状砂岩，长石砂岩，粉砂质页岩及页岩组成。下部以砂质页岩的出现或硅质岩的消失与培地组分界，上部以粉砂质页岩、页岩的消失或含砾粗砂岩的出现与黄洞口组分界。

黄洞口组（h）：岩性为含砾不等粒砂岩、长石石英砂岩、粉砂岩与粉砂质页岩、页岩呈不等厚互层。下部以含砾粗砂岩与小内冲组轻变质页岩分界，上部以页岩的出现或丰产笔石动物群化石的页岩互层的出现与第三系六口丑组分界。

（3）奥陶系兰瓮组（O₃l）

零星分布于矿区南部，岩性为泥质粉砂岩、变粒岩、粒状混合岩、大理岩等。

（4）白垩系新隆组(K₁x)

广泛分布于矿区西部及西北部

新隆组一段（K₁x¹）：广泛分布于矿区西部，岩性为浅紫色、紫灰色为主夹杂色的厚层～块状花岗质～砂质砾岩，夹含砾砂岩和泥质粉砂岩。砾石成分为早期地层和岩体的砂岩、粉砂岩、泥岩、花岗岩、

花岗闪长岩等。砾石分选性差，磨圆度中等，多呈次圆～次棱角状。填隙物为砂、泥质等。砾岩层理不明显。含砾砂岩、泥质粉砂岩中水平层理，透镜状层理发育。以砾岩的结束作为与第二段分层标志。与奥陶系兰翁组呈角度不整合接触。

新隆组二段（ K_1x^2 ）：分布于矿区北西部。岩性为紫红色中厚层状中～粗粒长石石英岩屑杂砂岩，不等粒岩屑杂砂岩，泥质粉砂岩等。该段水平层理及透镜状层理发育，与下伏新隆组一段呈整合接触。

新隆组三段（ K_1x^3 ）：分布于矿区北西部，岩性为钙质泥岩、钙质粉砂岩夹杂砂岩。

2. 矿区地质

矿区出露的地层主要奥陶系上统兰翁组及白垩系新隆组第一段和第二段及第四系（Q），其特征如下：

兰翁组（ O_3l ）：零星分布于矿区南部，岩性为泥质粉砂岩、变粒岩、粒状混合岩、局部大理岩等。该地层为水胜口矿段Ⅱ—①号矿体的含矿地层。

新隆组一段（ K_1x^1 ）：广泛分布于矿区西部，岩性为浅紫色、紫灰色为主夹杂色的厚层～块状花岗质～砂质砾岩，夹含砾砂岩和泥质粉砂岩。砾石成分为早期地层和岩体的砂岩、粉砂岩、泥岩、花岗岩、花岗闪长岩等。砾石分选性差，磨圆度中等，多呈次圆～次棱角状。填隙物为砂、泥质等。砾岩层理不明显。含砾砂岩、泥质粉砂岩中水平层理，透镜状层理发育。以砾岩的结束作为与第二段分层标志。与奥陶系兰翁组呈角度不整合接触。该地层为本区已知含矿地层，也是

水胜口矿段已知含矿地层。

新隆组二段 (K_{1x^2})：分布于矿区北西部，水胜口矿段北西面。岩性为紫红色中厚层状中～粗粒长石石英岩屑杂砂岩，不等粒岩屑杂砂岩，泥质粉砂岩等。该段水平层理及透镜状层理发育，与下伏新隆组一段呈整合接触。

第四系 (Q)：主要分布于溪沟两侧、山脚及山体缓坡地带，由第四系残坡积层及冲洪积层含砾粘土、粉质粘土组成，厚度在 1.0m～12.0m 不等。

(二) 地质构造与地震等级

1. 区域地质构造

区域上褶皱、断裂发育。褶皱构造有由震旦系和寒武系等构成的加里东构造层褶皱和由白垩系构成的燕山构造层褶皱。加里东构造层呈紧密线状的复式背、向斜；受博白-岑溪深断裂构造影响，褶皱轴向总体与该断裂走向大致平行。燕山构造层褶皱开阔平缓，轴向北东～北北东。断裂构造以北东向博白-岑溪断裂为主，近南北向及北西向断裂为次，组成区域构造格架。主要断裂具多期次活动特征，为本区控岩控矿构造，次级断裂及裂隙则为本区容矿构造。

2. 矿区地质构造

(1) 褶皱

矿区主要出露岩浆岩和早白垩系新隆组的砂砾岩，褶皱构造不发育。白垩系新隆组的砂砾岩为单斜构造，岩层走向 $223^{\circ}\sim 248^{\circ}$ ，倾角 $19^{\circ}\sim 26^{\circ}$ 。

(2) 断裂

矿区断裂构造较发育，主要有*****和*****两条主断裂带。分述如下：

*****为一系列断层呈雁式排列，总体以北北西或近南北向带状平行分布。断层延伸长度一般 300m~1000m，宽度 0.60m~50m。产状 $65\sim 120^{\circ}\angle 51\sim 88^{\circ}$ ，深部局部反倾。断层面多呈舒缓波状，一般倾角较陡。断层主要由压碎岩、硅化压碎岩等组成，裂隙多被石英细脉充填，石英脉具多组带状分布，矿区多数矿体产于该破碎带内。

*****位于下白垩统与芝鸦岩体的接触带上，出露长约 2km，宽 150m。总体上呈北西走向。断层倾向北东，倾角 $40^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 。断层中常见石英斑岩脉和热液石英脉充填，局部含银或银金矿。其中水胜口矿段矿体主要产于*****的次级断裂或裂隙中，矿脉顺断裂面或次级裂隙充填，断裂带岩石主要由角砾岩、碎裂岩组成，具硅化、黄铁矿化、铅锌矿化等。

3. 岩浆岩

矿区岩浆岩发育，以中酸性侵入岩为主，主要出露有晚志留纪*****，*****、*****及*****等，此外，尚有一些岩脉出露。

*****：主要分布于矿区东部，水胜口矿段东面，岩性为中、细中粒斑状黑云二长花岗岩，岩体呈岩基产出，侵入于奥陶系上统兰翁组，被白垩系新隆组沉积覆盖。副矿物有磁铁矿、独居石、磷钇矿、铌钽铁矿、辉钼矿、方铅矿、毒砂等。

*****：其广泛分布于矿区南部、西部，岩性主要为中、中粗粒斑

状堇青黑云二长花岗岩。

*****：其主要分布于矿区南部，岩性为细粒堇青黑云二长花岗岩。

*****在矿区规模较小，主要分布于矿区南部，呈岩株侵入于三叠纪细粒堇青黑云二长花岗岩及奥陶系上统兰翁组中，其岩性为多斑状黑云二长花岗斑岩。

矿区内岩脉主要有石英斑岩脉、花岗岩脉、花岗斑岩脉、细晶岩脉、微晶闪长斑岩脉等。

4.地震等级

矿区区域在历史上没有破坏性地震记录，地震活动强度不高，频度较低，仪器记录的小地震活动稀少。根据《中国地震动峰值加速度区划图（1：400万）》（GB18306-2015 图 A1），调查区地震动峰值加速度为 0.05g，相当于地震基本烈度为VI度区。根据《中国地震动反应谱特征周期区划图（1：400万）》（GB18306-2015 图 B1），调查区地震动反应谱特征周期为 0.35s，属弱震区，故确定该区属地壳稳定区。

综上，矿山地质条件复杂程度属中等级别。

（三）矿体地质特征

1.矿体特征

矿体主要分布于走向近南北向的含矿破碎带中，该含矿破碎带主要发育在砾岩中、砾岩与大理岩的接触带上或接触带附近，总体上呈近南北向的带状分布。矿体主要受*****中部的次级断裂或裂隙控制，呈脉状、似层状、透镜状产出，赋矿岩性为碎裂状、角砾状砾岩、碎

裂状大理岩。矿石与石英脉关系非常密切，矿石矿物主要分布于构造角砾岩、硅化压碎岩、碎裂岩、碎裂状大理岩的石英脉中。矿石普遍具硅化、黄铁矿化现象，质地坚硬、致密。通过详查工作，在*****已发现I—①、I—②、II—①、III—①四个银矿体，其中以I—①、II—①号矿体规模最大。

I—①号矿体：矿体分布于*****中部西面（92 线～116 线）的⑧号含矿破碎带中，赋矿岩石为硅化压碎岩及石英脉。矿体在地表没有出露，由 17 个钻孔控制，其中仅有 8 个钻孔见矿，矿体见矿标高-10.80m 至-193.50m，矿体埋深 92～311m。矿体呈陡倾斜的脉状赋存于破碎带中。已控制矿体长度 247m，延深 32～67m；推测矿体长 365 m，延深 101～145m，矿体走向近南北向，倾向 80°～125°，倾角 56°～70°。见矿工程矿体厚度***m～***m，平均厚度***m，品位 Ag***，Au***，平均品位 Ag***，Au***。矿体厚度变化系数***，品位变化系数***%，属于厚度较稳定、品位变化均匀的矿体。矿体往南在 92 线和 96 线之间尖灭，矿体往北在 108 线和 116 线之间尖灭，矿体延深除在南部 96 线还没完全控制外（已有工程控制至-193.50m），其他地段都已有工程完全控制，100 线大致延深至标高-121m 左右，108 线大致延深至标高-170m 左右。该矿体为本矿区主矿体，银资源量占矿区银总资源量的 48.28%。

II—①号矿体：矿体分布于*****南部 5 线至 12 线之间的白垩系新隆组与奥陶系上统兰翁组接触带及接触带附近的碎裂状砾岩、碎裂状大理岩中，矿体埋藏较深，在地表没有出露，由 8 个钻孔控制，

其中有 5 个钻孔见矿，2 个钻孔见矿化，矿体总体走向南北，倾向正东，倾角 $9^{\circ}\sim 35^{\circ}$ ，矿体呈似层状产出。矿体见矿标高-206m 至-256m，矿体埋深 339m 至 448m。矿体已控制矿体长度 57m，宽度 51m \sim 96m；推测矿体长 176m，宽度 151 \sim 175m，矿体厚*** \sim ***m，平均厚度***m，矿体品位 Ag***，平均品位***。矿体厚度变化系数***%，品位变化系数***%，属于厚度稳定、品位变化均匀的矿体。矿体往南在 3 线和 5 线之间尖灭，矿体往北在 8 线和 12 线之间尖灭。该矿体为本矿区主矿体，银资源量占矿区银总资源量的***%。

I—②号矿体：矿体分布于*****西南部（96 线 \sim 104 线）含矿破碎带中，赋矿岩石为硅化压碎岩及石英脉。破碎带在地表有出露，矿体在地表没有出露，矿体呈脉状产于破碎带的中下部并与破碎带产状基本一致，有 5 个钻孔控制，见矿工程有 1 个，浅部 1 个钻孔见矿化。该破碎带在地表南北走向，东倾，倾角 79° 。构造岩含银矿，ZK4871 品位为 $\text{Ag}46\times 10^{-6}$ ， $\text{Au}0.16\times 10^{-6}$ ，厚度为 0.56m。深部 ZK10001 中见银矿体，见矿标高-44.20m，埋深 140m。矿体长约 85m，矿体厚度为***m；矿石品位为 Ag***，Au***。往深部施工的 ZK10002、往北施工的 ZK10402 及往南施工的 ZK9602 均无银、金矿化现象，说明本矿体延伸及延深不大。

III—①号矿体：矿体分布于*****南部（*****）含矿破碎带中，其在地表没有出露，深部有 5 个工程控制，但只有 ZK002 见矿。矿体呈脉状产出，赋矿岩石为压碎岩、石英脉，矿体围岩为砾岩。矿体走向近南北向，倾向北东东，倾角 76° 。ZK002 控制矿体标高-128m，

控制矿体埋深 280m, 矿体长约 75m, 矿体厚度***m, 矿体品位 Ag***。

由于在 5 线、4 线之间分别有 ZK501、ZK402 控制均未见矿；在矿体倾向方向，浅部和深部分别有 ZK004 和 ZK001 控制均未见矿，说明本矿体延深及沿走向方向延伸不大，矿体深部的延深标高在-150m 左右，沿走向方向的延伸在 5 线和 4 线之间。

各矿体主要特征详见表 2-2。

表 2-2 各矿体特征一览表

矿体编号	分布范围	埋深(m)	控制长度(m)	控制延深(宽度)(m)	平均厚度(m)	厚度变化系数(%)	平均品位Ag (g/t)	品位变化系数(%)	占矿区银总资源量(%)
I—①	92~116 线	92~311	247	32~67	***	***	***	***	***
II—①	5~12 线	339~448	57	51~96	***	***	***	***	***
I—②	96~104 线	140	85	延深不大	***	***	***	***	***
III—①	5~4 线	280	75	延深不大	***	***	***	***	***

2. 矿石特征

(1) 矿石结构构造

矿石的结构以自形、半自形及他形粒状结构、交代溶蚀结构、交代残余结构、压碎结构、固溶体分离结构为主，少量为包含结构。

矿石的构造有浸染状构造、角砾状构造、星状构造、网脉状构造。

(2) 矿石矿物成分

矿石中的银矿物主要有螺状硫银矿、自然银，其他的金属矿物主要有方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、黝铜矿、菱锌矿、白铅矿、磁黄铁矿、磁铁矿、铅矾等；非金属矿物主要为长石、石英、绢云母等。

(3) 矿石化学成分

根据样品化学全分析，矿石化学成分主要是 SiO_2 (**%)、 CaO (**%)、 CO_2 (**%)、 Al_2O_3 (**%)、 MgO (**%)、 Fe_2O_3 (**%)、 FeO (**%)、 K_2O (**%) 等。

此外，矿石地质详查期间分别从I—①号银矿体采取组 H1、组 H2、组 H3，II—①号银矿体采取组 H4、组 H5 号样品进行组合分析，矿石组合分析显示，本矿区I—①、II—①号银矿体中主要伴生的有用元素是Au，在大多数块段中Au的含量达到综合利用要求($\text{Au} \geq 0.1 \times 10^{-6}$)，而Cu、Pb、Zn、S含量较低，未达到伴生元素综合回收利用的最低指标。有害成份主要是As，其在矿石中的含量为***，含量甚微。详见表 2-3。

表 2-3 矿石金属含量分析结果表

送样 编号	检 验 结 果										
	%					$\times 10^{-6}$					
	Cu	Pb (Zn	Mn	S	As	Sb	Cd	Bi	Ag	Au
组 H1	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
组 H2	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
组 H3	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
组 H4	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
组 H5	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
平均值	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

(4) 矿石类型

矿石的自然类型，根据矿石的氧化程度主要为硫化银矿石；工业类型为银矿石。

(5) 矿床成因

本矿床属于中～低温岩浆热液石英脉型矿床。

(6) 围岩及夹石

矿体主要产于**南部和西南部的含矿破碎带中、砾岩与大理岩接触带及接触带附近的碎裂、角砾状砾岩、大理岩中。矿体主要受破碎带控制，呈脉状、似层状、透镜状赋存于断裂破碎带中、接触带上及接触带附近的碎裂状砾岩、大理岩中。矿体围岩为砾岩、花岗岩、大理岩、微晶闪长斑岩等，围岩蚀变主要有硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化等，其中硅化、黄铁矿化最为常见。

（四）水文地质条件

1.区域水文地质单元划分

矿山区域上属珠江水系西江干流-浔江水文地质单元，矿区范围位于浔江南岸次级水文地质单元内，区域内地下水总体径流方向为由南向北径流，最终汇入浔江。

2.区域地下水类型及其富水性

根据地下水赋存的介质条件，水理性质和水力特征，将本区地下水类型划分为：第四系松散层孔隙水、碎屑岩裂隙水、碎屑岩夹大理岩岩溶裂隙水及基岩裂隙水共四种类型。其中基岩裂隙水又分为花岗岩风化网状裂隙水和火山岩孔洞裂隙水两个亚类。具体分述如下：

（1）第四系松散岩类孔隙水：呈不规则分布于测区的河沟两旁、山脚及平缓山坡地段。岩性主要为单层结构的粘土、粉质粘土组成，厚度 1~12m。矿区地质详查期间进行了 2 组现场渗水试验工作，实测渗透系数为 $1.3 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 与 $1.4 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均值 $1.35 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，透水性中等，富水性弱。

（2）碎屑岩裂隙水：地层为白垩系下统新隆组（K_{1x}），岩性主

要为细砂岩、泥质细砂岩、泥质粉砂岩、泥岩、砾岩。泉水流量 0.014~0.843L/s。据《*****》统计钻孔水位埋深 0~40.5m，局部地段具承压性，其中 ZK11603、ZK10003、ZK10804、ZK10401 出现涌水现象，4 个涌水孔均位于冲沟切割低洼处，孔口标高最低为 75.997m，最高为 96.08m，涌水位置均位于泥岩与砾岩接触部位，水头最高为 ZK11603，高度为 6.5m，野外工作期间观测的自流量为 0.014~0.955L/s。同时，根据统计，涌水孔都集中在 100 线与 116 线之间，分布规模不大，富水性弱。另外，据 SZK10805 抽水试验结果：涌水量***L/s，单位涌水量***L/s.m，富水性弱。

（3）碎屑岩夹大理岩岩溶裂隙水

分布于奥陶系（O3）地层，岩性为泥质粉砂岩、泥岩、砾岩夹大理岩。该地层分布于测区的东南侧，分布面积规模不大，未见泉水出露。据钻孔揭露，该层揭露深度 332.0m~427.0m，揭露厚度为***m~***m，钻探过程中共有 5 个钻孔揭露有大理岩，仅有一个钻孔发生漏水现象，岩溶裂隙弱发育，水量贫乏。

（4）基岩裂隙水

1) 花岗岩风化网状裂隙水：岩性为侵入于志留纪（S₃γ²）中、细中粒斑状黑云二长花岗岩和侵入于三叠纪（T₁γ_c）中、中粗粒斑状堇青黑云二长花岗岩、细粒堇青黑云二长花岗岩。分布于测区东部及南部，风化层厚 5m~20m，风化裂隙比较发育，一般呈网状，含风化裂隙水，泉水流量 0.002L/s~0.843L/s。民井井深 3.0m~15m，水位埋深 0m~8.5m，富水性弱。

2) 火山岩孔洞裂隙水

岩性为白垩纪次火山岩($K_2v\pi$)的霏细岩。分布于详查测区中部,出露面积规模较小,未见泉水出露。地下水赋存于火山岩孔洞裂隙中,富水性弱。

3. 区域地下水补径排特征

大气降水为区内地下水的主要补给来源,第四系松散岩类孔隙水除接受大气降水直接补给外,还接受碎屑岩裂隙水的侧向补给和地表水的渗入补给;碎屑岩裂隙水、花岗岩风化网状裂隙水、火山岩孔洞裂隙水除接受大气降水的直接补给外,还接受第四系松散岩类孔隙水的渗入补给。

区内地下水迳流严格受地形、地貌的控制,地下水流向与地形基本一致。地下水沿裂隙迳流,总体流向大致由南向北径流,最终汇入浔江。浔江为该区地下水的最终排泄基准面。

4. 矿区地下水类型及其富水性

矿区地下水类型主要有第四系松散类孔隙水、碎屑岩裂隙水、碎屑岩夹大理岩岩溶裂隙水及花岗岩风化网状裂隙水四种类型。具体分述如下:

(1) 第四系松散岩类孔隙水: 主要分布于矿区内的沟谷、山脚及平缓山坡地段。岩性主要为单层结构的粘土、粉质粘土组成,厚度1m~12m。矿区地质详查期间进行了2组现场渗水试验工作,实测渗透系数为 $1.3\times 10^{-4}\text{cm/s}$ 与 $1.4\times 10^{-4}\text{cm/s}$,平均值 $1.35\times 10^{-4}\text{cm/s}$,透水性中等,富水性弱。

(2) 碎屑岩裂隙水：分布于整个矿区范围内，地层为白垩系下统新隆组（K1x），岩性主要为细砂岩、泥质细砂岩、泥质粉砂岩、泥岩、砾岩。泉水流量 0.014~0.843L/s。据《广西藤县城村矿区水胜口矿段银矿详查报告》统计钻孔水位埋深 0~40.5m，局部地段具承压性，其中 ZK11603、ZK10003、ZK10804、ZK10401 出现涌水现象，4 个涌水孔均位于冲沟切割低洼处，孔口标高最低为 75.997m，最高为 96.08m，涌水位置均位于泥岩与砾岩接触部位，水头最高为 ZK11603，高度为 6.5m，野外工作期间观测的自流量为 0.014L/s~0.955L/s。同时，根据统计，涌水孔都集中在 100 线与 116 线之间，分布规模不大，富水性弱。另外，据 SZK10805 抽水试验结果：涌水量 1.70L/s，单位涌水量 0.085L/s.m，富水性弱。

(3) 碎屑岩夹大理岩岩溶裂隙水

分布于奥陶系（O₃）地层，岩性为泥质粉砂岩、泥岩、砾岩夹大理岩。零星分布于矿区南部，未见泉水出露。据钻孔揭露，该层揭露深度 332.0m~427.0m，揭露厚度为 3.25m~101.53m，钻探过程中共有 5 个钻孔揭露有大理岩，仅有一个钻孔发生漏水现象，岩溶裂隙弱发育，水量贫乏。

(4) 花岗岩风化网状裂隙水：分布于矿区东侧，岩性为侵入于志留纪（S_{3γ2}）中、细中粒斑状黑云二长花岗岩。风化层厚 5m~20m，风化裂隙比较发育，一般呈网状，含风化裂隙水，泉水流量 0.002L/s~0.843L/s。民井井深 3.0m~15m，水位埋深 0m~8.5m，富水性弱。

5. 矿区地下水补径排特征

矿区地下水补给来源主要为大气降水，因区内地形起伏中等，地表迳流条件好，所以大气降水除部分渗入地下形成地下水外，部分则形成地表迳流流失。第四系松散岩类孔隙水除接受大气降水直接补给外，还接受碎屑岩裂隙水的侧向补给和地表水的渗入补给；碎屑岩裂隙水、花岗岩风化网状裂隙水除接受大气降水的直接补给外，还接受第四系松散岩类孔隙水的渗入补给。

区内地下水迳流严格受地形、地貌的控制，地下水流向与地形基本一致。地下水沿裂隙迳流，总体方向以白石岭～***沿线为分水岭，分水岭西面呈北西向迳流，分水岭东面呈北东向迳流，但最终均汇入浔江。

6.矿床充水因素分析

矿区主要充水因素有大气降水、地表水及地下水等，分析如下：

（1）大气降水

矿山为地下开采，大气降水不直接对矿坑进行充水。由于矿山属于低山丘陵地貌区，地形起伏中等，地表迳流条件好，大气降水除部分渗入地下形成地下水外，大部分则形成地表迳流流入矿区的小溪沟中。且矿山拟开采矿体埋深远大于导水裂隙带高度，故预测大气降水对矿床充水的影响小。

（2）地表水

矿区范围内无大的地表河流，多为季节性小冲沟及溪流，地表水对矿床开采影响程度较小。

（3）地下水

矿区矿体埋藏深度 92m~448m，埋藏标高-3.0m~-266.0m。矿山采用地下开采，地下水是矿坑充水的直接水源，矿床围岩为矿区的主要含水岩层，主要为碎屑岩裂隙水及碎屑岩夹大理岩岩溶裂隙水，富水性弱。由于采空区形成后，碎屑岩裂隙水直接对矿坑进行充水，对矿山开采有一定的影响。

7.矿坑涌水量预测

根据矿山开发利用方案，矿山设计地下开采。结合矿体所处的水文地质条件，矿坑充水水源主要为碎屑岩裂隙水，把复杂的坑道系统换成一个假想的、与坑道系统面积相等的一个大井。由于矿区分两个矿段进行开采，故将南、北采区采坑系统概化成两个独立的大井。

根据采用的大井模型和边界条件，按照《水文地质手册》第 8-2-1、8-2-3 和 8-2-6 式，利用大井法公式：

$$Q = \frac{2\pi K(2H - S) \cdot S}{R_c}$$

$$R_c = 2\ln \frac{R^2}{2d \cdot r_0}$$

式中：Q—采坑系统的涌水量（m³/d）；

K—碎屑岩裂隙水含水岩组的渗透系数（m/d），经钻孔抽（注、压）水试验得 K=0.0501m/d；

H—潜水含水层厚度（m），根据详查资料，矿体顶板以上的碎屑岩裂隙水含水层均为富水性弱的潜水含水层，地下水位埋深 0m~40.5m，枯水期含水层厚度取值 80m。

S—水位降深值（m），根据设计，各采区开采深度超出含水层厚

度，故水位降深值等于 80m；

r_0 —大井引用半径（m）， $r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}$ ，F 为各采坑系统面积；

R—大井引用影响半径（m）， $R=r_0+R_0$ ， R_0 为疏干影响半径： $R_0=2S\sqrt{HK}$ ；

R_c —水流阻力值；

d—采坑系统距排水边界的距离（m），在本矿山坑道系统中，
d=200m；

根据上述计算公式和参数，本矿区采坑系统正常涌水量预测的计算结果见表 2-4。

表 2-4 大井法预测坑道系统正常涌水量结果表

编号	大井分析法计算参数								开采系统正 常涌水量
	K=0.0501m/d; d=200m								
	S(m)	H(m)	F(m ²)	d(m)	r _o (m)	R ₀ (m)	R(m)	R _c	Q(m ³ /d)
北采区	80	80	60513	200	138.8	320.3	459.1	2.7	754.7
南采区	80	80	15618	200	70.5	320.3	390.8	3.4	596.0

考虑到雨季时降雨量将增大，地下水位将会总体上升 3~5m（计算最大涌水量时取大值 5m），因此预测矿坑最大涌水量时，渗透系数 K=0.0501m/d，采坑系统的含水层厚度 H 和水位降深 S 在原取值基础上加上 5m，根据上述大井法公式预测采坑系统的最大涌水量计算结果如下表 2-4。

由表 2-4 可知，预测未来采矿北采区、南采区矿坑正常涌水量分别约 754.7m³/d、596.0m³/d，最大涌水量分别为 777.0m³/d、617.8m³/d。

综上，矿山开采矿体位于地下水位及当地最低侵蚀基准面以下，矿坑充水水源为碎屑岩裂隙水、碎屑岩夹大理岩岩溶裂隙水，富水性

弱。矿体与充水含水层直接接触，地下水通过构造裂隙、断层破碎带进入矿坑，矿坑充水边界条件中等。因此，矿山水文地质条件复杂程度为中等复杂。

（五）工程地质条件

1. 岩土体工程地质类型与特征

岩土体工程地质类型根据地层岩性、岩石强度、岩体结构以及岩土体物理力学性质、结构构造、成因等，划分为 3 个工程地质岩组和 1 个土体类型。

（1）第四系松散土体

分布于矿区的缓坡、冲沟和山脚地带，主要由第四系残坡积层含砾粘土、粉质粘土组成，含岩石碎块，厚度在 1.0m~12.0m 不等。该土体为硬塑状，透水性中等，力学强度低，稳定性较差，雨水易入渗，在一定坡度及降雨的作用下，较易发生小规模不稳定斜坡地质灾害。

（2）较坚硬碎屑岩岩组

分布于矿区内大部分区域，由白垩系下统新隆组（ K_1x ）地层构成，岩性主要为细砂岩、泥质细砂岩、泥质粉砂岩、泥岩、砾岩。据地质钻孔资料，泥质粉砂岩、砾岩构成矿床的顶、底板围岩。根据岩样力学测试，泥质粉砂岩岩石单轴饱和抗压强度、抗剪强度、抗拉强度的范围分别为 20.4~28.7MPa、2.6~3.5MPa、2.6~3.0MPa，其平均值分别为 25.8MPa、3.0MPa、2.8MPa；砾岩岩石单轴饱和抗压强度、抗剪强度、抗拉强度的范围分别为 42.0~72.4MPa、4.5~6.6MPa、5.1~7.6MPa，其平均值分别为 52.0MPa、5.5MPa、6.4MPa，属较坚硬类岩

石。根据统计，岩石质量指标 $RQD=85.5\%$ ，岩石质量等级为Ⅱ级，岩石质量为好的，岩体完整性为较完整。

（3）较坚硬弱岩溶化的碎屑岩夹大理岩岩组

零星分布于矿区南部的奥陶系（ O_3 ）地层，岩性为泥质粉砂岩、变粒岩、粒状混合岩夹大理岩等。该地层为**Ⅱ—①号矿体的含矿地层。据钻孔揭露，该层揭露深度 $332.0m\sim 427.0m$ ，揭露厚度为 $3.25m\sim 101.53m$ ，钻探过程中共有 5 个钻孔揭露有大理岩，所施工钻孔未见溶洞，岩溶弱发育。大理岩岩石单轴饱和抗压强度一般为 $24.0\sim 39.0MPa$ ，平均值为 $31.0MPa$ ；属较坚硬岩石。根据统计，岩石质量指标 $RQD=86.5\%$ ，岩石质量等级为Ⅱ级，岩石质量为好的，岩石完整性为较完整。

（4）坚硬花岗岩岩组

分布于矿区东部，岩性为侵入于志留纪（ $S_3\gamma^2$ ）中、细中粒斑状黑云二长花岗岩。风化层厚 $5m\sim 20m$ ，风化程度为中～强风化，岩石质量为Ⅴ～Ⅲ级；风化层以下基本上为新鲜基岩，岩石抗压强度大于 $100MPa$ ，岩石质量为好的，岩体较完整，岩石质量等级一般为Ⅱ级。

2.采空区围岩及顶底板稳定性

采空区顶底板围岩主要为较坚硬的粉砂岩、砾岩及大理岩，岩层较为完整，岩石致密，稳定性较好，一般不需要支护。矿区断裂构造较发育，局部地段受断裂构造影响，顶底板围岩稳定性较差。

因此，矿区工程地质条件复杂程度属中等类型。

（六）矿山地质环境和土地条件小结

矿山地质环境条件复杂程度根据对矿山开采影响很大的六大要素，即矿区水文地质条件、工程地质特征、地质构造的复杂程度、地质灾害的发育情况、地质灾害及地形地貌形态复杂程度等，划分为复杂、中等、简单三个级别。采取就上原则。6个要素条件中只要有一个满足某一级别，应定为该级别。矿山设计为地下开采，矿山地质环境条件复杂程度根据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》中附录 C.1 确定。

1. 矿山设计开采矿体位于碎屑岩裂隙水、碎屑岩夹大理岩岩溶裂隙水含水层中，矿坑进水边界条件中等，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切。未来采矿北、南采区矿坑正常涌水量分别为 $754.7\text{m}^3/\text{d}$ 、 $596.0\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量分别为 $777.0\text{m}^3/\text{d}$ 、 $617.8\text{m}^3/\text{d}$ 。地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小。评估区水文地质条件复杂程度为中等。

2. 矿床直接顶底板围岩为较坚硬的粉砂岩、砾岩及大理岩等，岩石较坚硬，采矿巷道较稳固，除局部断层破碎带外，采空区围岩较稳固。矿山工程场地地基稳定性好。评估区矿山工程地质条件复杂程度中等。

3. 地质构造较复杂，矿体及围岩产状变化小。断裂构造较发育，切割矿体及围岩程度小，导水性较差，对井下采矿充水影响较小。评估区矿山地质构造条件复杂程度中等。

4. 现状条件下，矿山地质环境问题的类型少，危害小。复杂程度

属简单级别。

5.采空区面积和空间较大，无重复开采，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。复杂程度属中等级别。

6.矿区属低山丘陵地貌，微地貌形态简单。矿区海拔 70~207.7m，相对高差 137.7m，地形起伏变化中等，地形坡度 20°~35°。主要硐口斜坡与岩层倾向基本呈斜交。复杂程度属中等级别。

综上，矿山地质环境条件复杂程度确定为中等。

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

根据土地利用现状图可知，矿区范围内的土地类型包括耕地、园地、林地、草地、城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施、其它土地等，以林地和园地主，见表 2-5。

项目区土地权属龙圩区*****及藤县*****集体所有，项目用地未占用永久基本农田，见表 2-6。

表 2-5 矿区范围土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积(hm²)	占总面积比例(%)
编码	名称	编码	名称		
01	耕地	0101	水田	***	***
		0103	旱地	***	***
02	园地	0201	果园	***	***
		0204	其他园地	***	***
03	林地	0301	乔木林地	***	***
		0302	竹林地	***	***
		0305	灌木林地	***	***
		0307	其它林地	***	***
04	草地	0404	其他草地	***	***
20	城镇村及工矿用地	203	村庄	***	***
		204	采矿用地	***	***
10	交通运输用地	1006	农村道路	***	***
11	水域及水利设施	1104	坑塘水面	***	***
12	其它土地	1202	设施农用地	***	***
		1203	田坎	***	***
合 计				***	***

表 2-6 矿区土地利用权属表

权属		地类面积（hm ² ）															合计
		01 耕地		02 园地		03 林地				04 草地	20 城镇村及工矿用地		10 交通运输	11 水域及水利设施	12 其它土地		
		0101	0103	0201	0204	0301	0302	0305	0307	0404	203	204	1006	1104	1202	1203	
		水田	旱地	果园	其他园地	乔木林地	竹林地	灌木林地	其他林地	其他草地	村庄	采矿用地	农村道路	坑塘水面	设施农用地	田坎	
龙圩区	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
藤县	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
合计		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

五、矿区生态状况

矿区位于梧州市龙圩区（方位***°）平距***km 的***和藤县县城东约***km 的***一带。位于西江水系浔江河段一级支流白石河流域与新地河流域（***）的分水岭地段。地表水系较发育，多为季节性小冲沟及溪流，呈树枝状分布，流量一般小于 1L/s。属于低山丘陵地貌，整体地势南高北低，海拔 70~207.7m，相对高差 137.7m，一般高差 50m~100m。地形起伏变化中等，地形坡度一般 20°~35°。属亚热带湿润季风气候区，最高气温为 38.8℃，最低气温为 4.2℃，多年平均气温为 21.1℃；多年平均降雨量为 1506.9mm。

矿区自然植被主要有杉、樟、大叶栎、桐、苦楝、桉、泡桐、油茶、八角、竹等林木灌木及草本植被，以及松树、桉树、毛竹、樟木等人工植被，旱地主要种植玉米、黄豆、花生等农作物，植被覆盖率约 80%。矿区及周边以鼠类、爬行类及鸟类动物为主，大型动物很少。矿区内无珍稀濒危野生动植物。

矿区占地范围内无自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜區、森林公园、地质公园、原始天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区等。矿区占地不在生态红线区域内。

六、矿区及周边人类重大工程活动

矿区及周边无基础设施建设（如交通、能源、水利）、无城镇建设、无除该矿以外的其他矿产资源开发、无自然保护地建设等活动。

七、矿区生态修复工作情况

（一）矿区生态修复工作成效

该矿山还在基建期内，开采方式为地下开采，矿区内设有工业场地、办公生活区、风场区、矿区道路等生产单元。

矿山于 2017 年 3 月委托*****编制了《梧州市福联矿业有限公司水胜口—牛栏冲银矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案》。

矿区办公区对面山坡坡脚砌筑长度 80m 挡土墙，坡顶安装 100m 长的护栏。废石场设有防尘网。

（二）存在的问题

从上面可以看出，矿山治理取得了一定的效果，但也存在一些问题。矿山边坡缺少植被，易造成滑坡、泥石流等地质灾害。

（三）取得的经验教训

1.前期在基建和生产过程中，应注意表土收集和保护，为后期矿山治理和土地复垦工作创造条件。

2.在复垦区加强植被种植及管护。提高植被的覆盖率，预防地质灾害发生。

八、矿区基本情况调查监测指标

矿山还在基建期内，开采方式为地下开采，矿区开采前生态修复监测内容与监测指标可见表 2-7。

表 2-7 矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值
矿山地质环境	地下水	含水层类型	DZ/T 0287	+
		地下水位		+
		地下水水温		+
		地下水水量		+
		井泉个数与排泄量		+
土地资源	土地利用现状	土地利用类型及面积	TD/T 1055 TD/T 1010	水田**hm ²
				旱地**hm ²
				果园**hm ²
				其他园地**hm ²
				乔木林地**hm ²
				竹林地**hm ²
				灌木林地**hm ²
				其它林地**hm ²
				其他草地**hm ²
				村庄**hm ²
				采矿用地**hm ²
				农村道路**hm ²
				坑塘水面**hm ²
				设施农用地**hm ²
				田坎**hm ²
		土地利用面积		**hm ²
		永久基本农田面积		0
	耕地及永久基本农田	土壤质量	NY/T 1119	+
		配套设施		0
		生产力水平		0
生态系统	地表水	地表水面积		+
		地表水排泄		+
	生态系统质量	生物量	GB/T 42340	+
		植被覆盖度		+
		水质		+
		生态系统质量综合指数		+

注：+表示建议监测，++表示建议重点监测。

a、地下水质量指标包括：色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物，pH、总硬度，溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、铝、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、耗氧量、氨氮。硫化物、钠、总大肠杆菌群、菌落总数、亚硝酸盐、硝酸盐、氰化物、氟化物、碘化物、汞、砷、硒、镉、铬、铅、三氯甲烷、四氯化碳、苯、甲苯、总 α 放射物、总 β 放射物共 39 项地下水质量常规指标。

- b、土壤污染项目包括：pH 值、有机质、铊、汞、铬、砷、镉、钴、锑、铅、锰、铜、镍、锌、锡。
- c、土壤微量项目包括：铁、锰、硼、钼。
- d、地表水环境质量指标包括：水温，pH,溶解氧，高锰酸盐指数、化学需氧量，五日化学需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群共 24 项地表水环境质量基本项目。
- e、主要包括森林、灌丛、草地，湿地、农田、城镇、荒漠等生态系统类型。

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析

一、问题识别与受损预测

本矿山矿区面积***km²，综合考虑到矿山工业场地、矿区道路、办公区、生活区等单元的占地面积，并进行了适当外延，采矿权范围及采矿活动影响范围面积***hm²。

（一）现状问题

1、矿山地质环境现状

（1）地质灾害现状评估

1) 现状评估不稳定地质体采空区引发的采空塌陷及伴生地裂缝地质灾害的危险性

本矿山处于基建期，尚未进行生产采矿活动，开拓掘进有 1#斜井及+8m 中段。历史上矿区范围内曾有民采现象发生，以掘代采方式开采浅部矿体。根据详查资料，ML30、ML31、ML42 为盗采老窿，老窿现状已封堵。现场调查及走访，采空区地面塌陷、塌陷及地裂缝主要危害地表林地。矿井及原有民采活动未引发采空区地面塌陷、塌陷及地裂缝等地质灾害，危险性小。

2) 现状评估不稳定斜坡及泥石流地质灾害的危险性

矿山办公区对面原在 1#斜井井口的原废石场，现场调查，原废石场已复垦硬化，原废石场坡脚处已修建挡土墙支挡，修建排水沟，挡土墙长度 80m，坡顶安装有 100m 护栏，坡面缺少植被，坡度约 35°，原废石场已复垦硬化坡顶未堆放废石，主要危害办公区员工及过路人员车辆。经调查访问，矿山探矿至今原废石场未引发不稳定斜坡及泥石流地质灾害。原废石场发生地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小见照片 3-1。

矿山目前仅开拓有 1#明斜井及+8m 中段，矿山未有采空区，根据现场调查，该井口切坡已进行支护，切坡高约 3.5m，坡度约 65°，边坡岩性为第四系及强风化砂砾岩、泥质粉砂岩，岩石破碎，形成的边坡稳定性较差，井口切坡主要危害地表生产人员及矿山设备，。由于切坡面积及切坡高度较小，建设至今未发生崩塌滑坡地质灾害，井口切坡发生地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。见照片 3-2。现状矿山道路为利用当地村庄、林间公路，未因工程活动而修建矿山公路。

根据现场调查，在 1#斜井北侧直距约 200m 的山沟内废石场，废石场所在位置为沟谷地形，地形坡度 20°~30°，废石场现在状未堆放废石。底部未修建浆砌石重力式拦砂坝。主要危害废石场下面的果园，因此，废石场引发不稳定斜坡地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小等。

综上，现状评估不稳定斜坡、泥石流、采空区地面塌陷等地质灾害弱发育，危害程度小，危险性中等；地质灾害对矿山地质环境影响和破坏程度较轻。

2、矿山土地损毁现状

矿山现状已损毁面积***hm²，已破坏土地类型为果园、乔木林地、其他草地、采矿用地、农村道路。

根据矿山现状和参照土地利用现状分类（GB/T 21010-2017），项目区已损毁土地利用状况见表 3-1。

表 3-1 项目区已损毁土地利用现状表

类型	占地面积 (m ²)	地类 编码	地类 名称	损毁面积 (m ²)	损毁面积 (hm ²)	损毁程度	损毁方 式
生活 区	***	0301	乔木 林地	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占
		204	采矿 用地	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占
风场 区	***	0201	果园	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占
工业 区	***	204	采矿 用地	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占、 挖损
		0404	其他 草地	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占、 挖损
		0301	乔木 林地	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占
		1006	农村 道路	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占
办公 区	***	0301	乔木 林地	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占
		0404	其他 草地	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占
		1106	农村 道路	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占
矿区 道路	***	0301	乔木 林地	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占
		204	采矿 用地	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占

类型	占地面积 (m ²)	地类 编码	地类 名称	损毁面积 (m ²)	损毁面积 (hm ²)	损毁程度	损毁方 式
		0404	其他 草地	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占
		1106	农村 道路	***	***	严重，表面 大部分硬化	压占
总计	***			***	***		

测得矿区建筑占地面积为***平方米，矿区建筑物为两层，所以矿区建筑物面积***平方米。

3、矿区含水层的影响和破坏现状

(1) 含水层结构破坏

本矿山正处于矿山基建期，开拓掘进有 1#斜井及+8m 中段。未进行采矿活动，尚未开采形成采空区。因此，现状工程活动未对含水层结构的影响和破坏程度较轻。

(2) 含水层疏干及地下水位降

本矿山尚未进行采矿活动。开拓掘进有 1#斜井及+8m 中段巷道对含水层结构的影响和破坏程度较轻，未造成含水层疏干及地下水位下降，未造成矿区周围村屯民井、泉水干涸及地表水漏失，影响程度较轻。

综上所述，现状采矿活动对含水层的影响或破坏程度较轻。

4、矿区地形地貌景观破坏现状

矿区及周围采矿活动影响范围内无地质遗迹、人文景观、国家或自治区级的文物保护单位。现状工程活动对地形地貌景观的破坏表现在工业区、生活区、办公区、风场区、矿区道路地段，分述如下：

工业区：工业区有 1#明斜井口、提升机房、沉淀池、临时休息工棚及废石场等。工业区场地已平整硬化，废石场内现在未堆放有废石。工业区对地形地貌的破坏较严重。

生活区、办公区、风场区：矿山目前已在生活区、办公区、风场区，为板房结构建筑物。建筑物的修建对原有地形进行开挖平整，一定程度上改变了原有地形，破坏了地表植被，对地形地貌的破坏程度较严重。

现场调查，现状矿山公路均为利用当地村庄、林间公路，仅局部进行适当拓宽，对地形地貌的破坏程度较轻。

综上，现状矿山采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度较严重。

5、矿区水土环境污染现状

（1）水质污染现状

1) 地表水污染现状

现场调查，1#斜井场地内已建有沉淀池，矿坑涌水经井下水仓沉淀后，机械抽排至地表沉淀池，沉淀处理后排放。本方案在**采地表水样进行化验，根据*****2025 年 12 月 30 日的化验结果见表 3-2，水质满足《地表水环境质量标准（GB3838-2002）》III类地表水相关指标要求，说明矿山开采未影响芝鸦小溪水水质，矿山开采对周边地表水未造成污染，影响程度较轻。

表 3-2 ***小溪地表水水质化验结果表

检测项目	检测结果	(地表水环境质量标准)III类
PH	***	6~9
高锰酸钾指数	***	≤6
氨氮	***	≤1.0
总磷(以 P 计)	***	≤0.2
铜	***	≤1.0
锌	***	≤1.0
氟化物(以 F 计)	***	≤1.0
硒	***	≤0.01
砷	***	≤0.05
汞	***	≤0.0001
镉	***	≤0.005
铬(六价)	***	≤0.05
铅	***	≤0.05
氰化物	***	≤0.2
挥发酚	***	≤0.005
石油类	***	≤0.05
硫化物	***	≤0.2
粪大肠杆菌(个/L)	/	≤10000

2) 地下水污染现状

本方案在***水井采地下水样进行化验，根据***2025 年 12 月 30 日的化验结果见表 3-3，井水质监测结果均满足《地下水质量标准（GB/T14848-2017）》III类水标准，矿山开采未对矿区周边地下水水质造成污染，影响较轻。

表 3-3 地下水及矿井水水质化验结果表

检测项目	取样地点：工业场地附近		
	矿井水检测结果	地下水检测结果	地下水质量标准
			(GB/T 14848-2017) III类
PH	***	***	6.5≤PH≤8.5
碳酸盐	***	***	/
重碳酸盐（以 Ca 计）	***	***	/
氨（ N 计）	***	***	≤0.50
浊度	***	***	≤3
色度	***	***	≤15
总硬度	***	***	≤450

检测项目	取样地点：工业场地附近		
	矿井水检测结果	地下水检测结果	地下水质量标准
			(GB/T 14848-2017) III类
溶解性总固体	***	***	≤1000
硫酸盐	***	***	≤250
氯化物	***	***	≤250
铝	***	***	
铁	***	***	≤0.3
锰	***	***	≤0.10
铜	***	***	≤1.00
锌	***	***	≤1.00
钼	***	***	≤0.07
挥发酚	***	***	≤0.002
阴离子合成洗涤剂	***	***	≤0.3
硫化物	***	***	≤0.02
铊	***	***	≤0.0001
总大肠菌群	***	***	≤3.0
细菌总群	***	***	≤100
硝酸盐	***	***	≤20.0
亚硝酸盐	***	***	≤1.00
氰化物	***	***	≤0.05
氟化物	***	***	≤1.00
碘化物	***	***	≤0.08
汞	***	***	≤0.001
砷	***	***	≤0.01
硒	***	***	≤0.01
镉	***	***	≤0.005
镍	***	***	≤0.02
铬（六价）	***	***	≤0.05
铅	***	***	≤0.01
铋	***	***	/
钴	***	***	/
锡	***	***	/
石油类	***	***	/
三氯甲烷	***	***	/
四氯化碳	***	***	/
苯	***	***	/
甲苯	***	***	/
乙苯	***	***	/
二甲苯	***	***	/
高锰酸盐指数	***	***	/

检测项目	取样地点：工业场地附近		
	矿井水检测结果	地下水检测结果	地下水质量标准
			(GB/T 14848-2017) III类
化学耗氧量	***	***	/
注：结果未检出表示为检出限+L			

(2) 土壤污染现状

矿区土壤主要为赤红壤。土壤的成土母质主要为岩石风化的残积物和坡积物，基岩类型有花岗岩、砂岩、粉砂岩及泥岩等，本次方案在工业场地西面及东面的废石场附件共采 2 个土壤样进行检测，根据***2026 年 1 月 19 日的检测结果见表 3-4，污染物含量均低于《土壤环境质量-农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB-15618-2018）表 1 中规定的风险筛选值，农用土壤污染风险低。

表 3-4 土壤重金属污染检测结果表

检测项目	单位	检测结果		5.5<pH<6.5 对应的风险筛选值
		土 3	水田土样	
pH	无量纲	***	***	-
汞	mg/kg	***	***	0.5
砷	mg/kg	***	***	30
铜	mg/kg	***	***	50
镍	mg/kg	***	***	70
铅	mg/kg	***	***	90
镉	mg/kg	***	***	0.3
铬	mg/kg	***	***	150
锌	mg/kg	***	***	200
锰	mg/kg	***	***	-
钴	mg/kg	***	***	-
锡	mg/kg	***	***	-
锑	mg/kg	***	***	-
铊	mg/kg	***	***	-
有机质	mg/kg	***	***	-
注：土 3 水田土样				

6、现状评估小结

综上所述，现状评估采空区地面塌陷、崩塌滑坡及泥石流等地质灾害弱发育，危险性中等。地质灾害对矿山地质环境的影响和破坏程度较轻。采矿活动对含水层的影响或破坏程度较轻；对地形地貌景观的影响和破坏较严重；对土地资源的影响和破坏较轻。

已损毁土地总面积为***hm²，损毁土地类型为果园***hm²，乔木林地***hm²、其他草地***hm²、农村道路***hm²、采矿用地***hm²，矿山场地潜在污染风险较轻。矿山开采不会对生态系统生产能力产生明显影响，不会改变区域生态系统的完整性，不会影响物种多样性，矿山开采对生态环境影响产生影响较轻。

（1）矿山地质环境影响程度分级和范围

矿山地质环境影响程度分级，是根据采矿活动对矿山地质灾害的发育程度、含水层的影响和破坏程度、地形地貌景观、地质遗迹、人文景观等的影响和破坏程度、土地资源的影响和破坏程度等方面的现状评估而综合确定，矿山地质环境影响现状评估结果见表 3-4。根据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》附录 E.1 的矿山地质环境影响程度分级表，分严重、较严重、较轻三级，分级确定采取上一级优先原则，指标中只要有一项符合某一级别，就定为该级别。

根据上述原则及前述的现状评估结果，本矿山地质环境影响程度现状评估分区划分为较严重区及较轻 2 个级别。

表 3-5 矿山地质环境影响现状评估结果表

矿山地质环境		分布位置	影响与危害对象	损失情况	影响	综合
含水层	结构破坏	疏干影响范围的含水层	含水层结构	较轻	较轻	较轻
	地表水漏失	疏干影响范围内地表水	矿区内溪沟水	较轻	较轻	
	疏干影响	疏干影响范围内	疏干影响范围内地下水、井泉	较轻	较轻	
	水质污染	评估区内的地下水	矿区下游地下水	现状矿区地下水水质良好	较轻	
土地资源	矿山建设压占	废石场、工业区、生活区、办公区	林地或其他草地	破坏林地或草地小于 2hm ²	较轻	较轻
	地面变形损毁	无	无	无	无	
	矿山建设挖损	无	无	无	无	
	地质灾害损毁	无	无	无	无	
	土壤污染损毁	无	无	无	无	
地质灾害	滑坡、崩塌	废石场、工业区、生活区、办公区	过往行人及车辆，威胁不特定人数小于 10 人	现状弱发育，危险性中等。	较轻	较轻
	泥石流	废石场	地表植被、下游村民	现状弱发育，危险性小。	较轻	
	采空区地面塌陷	无	无	无	无	
地形地貌景观	原生地形地貌	废石场、工业区、生活区、办公区	对原生的地形地貌景观和破坏程度较大	各厂区地对地形地貌破坏程度较严重。	较严重	较严重
	自然保护及风景名胜	无	无	无	无	
	主要交通干线	无	无	无	无	

（2）各影响程度分级阐述。

较严重区：位于 1#斜井工业场地、办公生活区及矿区道路、回风场等地段，面积***hm²，较严重区对整改评估区占比为***%。现状评估采空区地面塌陷、崩塌滑坡及泥石流等地质灾害弱发育，危险性小。地质灾害对矿山地质环境的影响和破坏程度较轻。采矿活动对含水层的影响或破坏程度较轻；对地形地貌景观的影响和破坏较严重；对土地资源的影响和破坏较轻。

较轻区：评估区内除较严重以外的区域，面积约***hm²，较轻区对整改评估区占比为***%。现状评估地质灾害弱发育，危险性小；采矿活动对含水层的破坏或影响较轻；对地形地貌景观及土地资源的影响或破坏较轻。

（二）受损预测

1、矿山地质环境预测

（1）地质灾害预测评估

根据矿产资源开发利用方案，未来矿山生产建设对地质环境的影响和破坏主要表现为地下采矿活动，废石堆放等。因此，未来开采时，地下开采可能引发采空区地面塌陷（地面塌陷、地裂缝）地质灾害；废石场可能引发不稳定斜坡及泥石流等地质灾害等。因此，预测评估采矿活动可能引发的地质灾害类型主要采空区地面塌陷（地面塌陷、地裂缝）、不稳定斜坡、泥石流等，因采矿活动引发险情的危害程度见下表 3-6。

表 3-6 矿区灾种危害程度表

危害程度	险情	
	受威胁人数（人）	可能直接经济损失（万元）
小	<10	<100

表 3-7 采矿活动与地质灾害的位置关系确定表

建设工程与地质灾害的位置关系	判别依据
位于地质灾害的影响范围内	建设工程位于地质灾害体可能威胁到边界内

1) 采矿活动引发地质灾害危险性的预测评估

①预测评估地下开采引发采空区地面塌陷地质灾害的危险性

根据矿产资源开发利用方案，设计开采对象为矿区范围内符合工业开采价值的I—①、I—②、II—①、III—①四个银矿体。矿山设计地下开采，分两个井下开采系统进行，其中北采区开采I—①、I—②号矿体，南采区开采II—①、III—①号矿体。设计前期开采北采区矿体，后期接替开采南采区矿体。各矿体赋存情况见表 3-8。

表 3-8 各矿体尺寸及开采深度表 单位：m

矿体	平均倾角 (°)	走向长 (m)	采深 (m)	平均采深 (m)	平均厚度 (m)
I—①	***	***	***	***	***
I—②	***	***	***	***	***
II—①	***	***	***	***	***
III—①	***	***	***	***	***

地下开采形成采空区后，围岩应力场重新分布，致使岩体内的原有应力平衡状态遭到破坏，采空区上覆岩层产生移动和变形，引起地表发生下错、移动，最终引发采空区地面塌陷、地裂缝及地面塌陷等地质灾害。

根据经验公式计算和矿体围岩性质，按《矿产资源开发利用方案》

选用如下移动角：基岩移动角 65°，表土移动角 45°，预测采空区地表塌陷范围。为了客观地评估采空区变形的危害性，本报告对采空区的各变形要素专门讨论和分析如下：

采空区地表变形值是在矿山开采过程中在采掘区地表布设长期观测点观测取得的。本次评估时间短，无法布设长观点，故无法用观测法获取地表变形数值。本报告根据《建设项目地质灾害危险性评估规程》（DB45/T 1625-2024）附录 F、附录 G 相关计算公式，对采空区的垮落带高度 H_m 、导水裂隙带高度 H_{li} 、地表影响区半径 r 、地表最大下沉值 W_{cm} 、最大倾斜值 i_{cm} 、最大曲率值 K_{cm} 、最大水平移动值 ϵ_{cm} 、最大水平变形值 uc_m 估算，其结果作为采空区地表变形评价的依据，计算公式及结果如下所示：

$$\text{a、II—①号矿体：垮落带高度 } H_m = \frac{100 \sum M}{4.7 \sum M + 19} \pm 2.2$$

$$\text{导水裂隙带高度 } H_{li} = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6$$

I—①、I—②、III—①矿体开采：

$$\text{垮落带高度 } H_m = (0.4 \sim 0.5) H_{li}$$

$$\text{导水裂隙带高度 } H_{li} = \frac{100 M h}{7.5 h + 293} \pm 7.3$$

式中 M —矿体法线厚度（m）； h —回采阶段高度。

表 3-9 采空区垮落带、导水裂隙带高度计算表 单位：m

矿体编号	最小采深	平均采深	中段高度	垮落带高度	导水裂隙带高度
I—①	***	***	***	***	***
I—②	***	***	***	***	***
II—①	***	***	***	***	***

III—①	***	***	***	***	***
-------	-----	-----	-----	-----	-----

经计算，各矿体开采后形成的采空区垮落带高度为 0~12.91m，导水裂隙带高度为 0m~45.95m（见表 3-9），即各矿体最小埋深均远大于垮落带高度及导水裂隙带高度。由于矿山采用浅孔留矿法及房柱法开采，采空区留有保安矿柱，井下开采属于非充分采动，采空区围岩为较坚硬的泥质粉砂岩、砾岩及大理岩等，故矿山未来开采地下采空区形成后，对地表影响主要表现为变形量较小的塌陷地质灾害。

$$\text{b、采动程度：} N_1 = \frac{D_1}{H_0} \quad N_2 = \frac{D_3}{H_0}$$

$$\text{采动系数：} n_1 = 0.9 \frac{D_1}{H_0} \quad n_2 = 0.9 \frac{D_3}{H_0}$$

式中： D_1 、 D_3 —采空区沿倾斜方向和走向方向的实际长度(m)，走向方向取矿块长度 50m，倾斜方向取采空区倾斜长度； H_0 —平均采深 (m)； n 值大于 1 时取 1。

表 3-10 采区采动程度及采动系数表

矿体编号	N_1	N_2	n_1	n_2
I—①	0.25	0.25	0.23	0.22
I—②	0.30	0.36	0.27	0.33
II—①	0.17	0.13	0.16	0.11
III—①	0.15	0.20	0.13	0.18

即矿山未来开采时，采空区地表表现为非充分采动。

$$\text{III、最大下沉值 } W_{cm} = Mq \cos \alpha \sqrt{n_1 \bullet n_2} \quad (\text{非充分采动})$$

式中： q —单层采动的下沉系数， α —矿体倾角。

C、最大倾斜值 i_{cm} 、最大曲率值 K_{cm} 、最大水平移动值 ϵ_{cm} 和最大水平变形值 u_{cm} 按以下公式计算：

$$i_{cm} = W_{cm} / r \quad (\text{mm/m})$$

$$K_{cm}=1.52W_{cm}/r^2$$

$$\varepsilon_{cm}=bW_{cm}\quad(\text{mm})$$

$$u_{cm}=1.52bW_{cm}/r\quad(\text{mm/m})$$

r—地表影响区半径。r=H/tanβ

H—开采深度（m）

b—水平移动系数，取 b=0.3(1+0.0086α)

β—移动角，取 β=65°，（上盘 65°，下盘、两翼 70°，表土 45°）

表 3-11 采空区变形预测值计算表

矿体	矿体倾角均值	平均采厚	下沉系数 q	地表影响最大半径 r	水平移动系数 b	最大下沉值 W _{cm}	最大倾斜值 i _{cm}	最大曲率值 K _{cm}	最大水平移动值 u _{cm}	最大水平变形值 U _{cm}
	°	m		m		m	mm/m	mm/m ²	mm	mm/m
I—①	***	***	0.45	145	0.46	0.07	0.47	0.005	31.47	0.33
I—②	***	***	0.45	79	0.50	0.04	0.52	0.010	20.76	0.40
II—①	***	***	0.45	209	0.34	0.24	1.13	0.008	81.05	0.59
III—①	***	***	0.45	122	0.50	0.015	0.12	0.0015	7.25	0.09

表 3-12 采矿活动引发采空塌陷地质灾害的可能性分级表

工程建设与地质灾害的位置关系	工程活动影响程度
	拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响小
位于地质灾害的影响范围内	可能性中等

表 3-13 林地、草地损毁程度分级标准

损毁程度	水平变形 mm/m	附加倾斜 mm/m	下沉值 m	塌陷后潜水位埋深 m	生产力降低%
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.0	≤20.0
中度	8.0～20.0	20.0～50.0	2.0～6.0	0.3～1.0	20.0～60.0
重度	>20.0	>50.0	>6.0	<0.3	>60.0

表 3-14 旱地损毁程度分级标准

损毁程度	水平变形 mm/m	附加倾斜 mm/m	下沉值 m	塌陷后潜水位埋深 m	生产力降低%

轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.5	≤20.0
中度	8.0~16.0	20.0~40.0	2.0~5.0	0.5~1.5	20.0~60.0
重度	>16.0	>40.0	>5.0	<0.5	>60.0

表 3-15 水田损毁程度分级标准

损毁程度	水平变形 mm/m	附加倾斜 mm/m	下沉值 m	塌陷后潜水位埋深 m	生产力降 低%
轻度	≤3.0	≤4.0	≤1.0	≥1.0	≤20.0
中度	3.0~6.0	4.0~10.0	1.0~2.0	0~1.0	20.0~60.0
重度	>6.0	>10.0	>2.0	<0	>60.0

分析以上计算结果，结合《土地复垦方案编制规程 第 3 部分：井工煤矿》（TD/T 1031.3-2011）中采煤塌陷土地损毁程度分级标准可知，各矿体开采后地表变形主要表现为变形量较小的塌陷，地表最大水平变形值为 0.59mm/m，最大理论下沉值 0.24m。采空区地表主要为荒山林地，无村屯居民居住，仅 1#风井场地南侧的冲沟分布有部分水田及旱地，而从表 3-8 的采空区地表变形结果可知，井下开采形成采空区后塌陷变形对地表耕地的损毁程度轻度，不会改变土地的使用功能，危害程度小。由于矿山采用浅孔留矿法及房柱法开采，采空区留有保安矿柱，井下开采属于非充分采动，采空区围岩为较坚硬的粉砂岩、砾岩及大理岩，根据《地质灾害危险性评估规程》（DB45/T 382-2024）采空区塌陷发育程度分级表可知矿区采空区塌陷发育程度为弱发育。因此，预测未来采矿活动引发采空区地面塌陷地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性小。

表 3-16 采空区塌陷发育程度分级表

发育程度	发育特征	参考指标						
		地表移动变形值				开采深厚比	采空区及其影响带占建设场地面积(%)	治理工程面积占建设场地面积(%)
		下沉量 (mm/a)	倾斜 (mm/m)	水平变形 (mm/m)	地形曲率 (mm/m ²)			
强发育	地表存在塌陷和裂缝，地表建(构)筑物变形开裂明显	>60	>6	>4	>0.3	<40	>10	>10
中等发育	地表存在变形和裂缝，地表建(构)筑物有开裂现象	20~60	3~6	2~4	0.2~0.3	40~80	3~10	3~10
弱发育	地表无变形和裂缝；地表建(构)筑物无开裂现象	<20	<3	<2	<0.2	>80	<3	<3
注：按就高原则，有一项指标符合该级别则判为该级别。								

表 3-17 采矿活动引发采空区地面塌陷地质灾害危险性预测评估分级表

可能性	发育程度	危害程度	危险性
可能性中等	弱发育	危害小	危险性小

②预测评估采矿活动引发不稳定斜坡地质灾害的危险性

a.矿石堆放边坡引发不稳定斜坡地质灾害的危险性

根据矿产资源开发利用方案，井下开采矿石提升至 1#斜井井口场地后临时堆放在场地内的堆矿场，短时间内由汽车运输销售完毕，矿石堆放不形成高陡边坡。因此，预测未来采矿活动引发矿石堆放边坡不稳定斜坡地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

b.矿山公路边坡引发不稳定斜坡地质灾害的危险性

现场调查，现状矿山已有农村道路、林间道路通往 1#斜井场地及

拟建风井场地等地段，未来采矿活动仅需新建通往废石场的矿山公路。拟建矿山公路长约 291m，路宽约 3m-4m。预测形成的边坡高 1m-2m，坡度约 65°，边坡岩性为第四系及强风化砂砾岩、泥质粉砂岩。由于边坡高度小，预测矿山公路边坡引发不稳定斜坡地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

综上，预测矿山未来采矿活动引发不稳定斜坡地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性小等。

表 3-18 采矿活动引发不稳定斜坡滑塌地质灾害的可能性分级表

工程建设与地质灾害的位置关系	工程活动影响程度
	拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响小
位于地质灾害的影响范围内	可能性小

③预测评估采矿活动引发泥石流地质灾害的危险性

废石场引发泥石流地质灾害的危险性

根据矿产资源开发利用方案，未来采矿活动产生废石约***万 m³，堆放在 1#斜井北侧直距约 200m 的废石场（废石场为沟谷地形，地形坡度 20°~30°。设计废石最低堆放标高+97m，最高堆放标高+120m，总堆高 23m，堆放面积约 4611m²。废石粒径以 5-20cm 为主，岩性主要为粉砂岩、砾岩及大理岩。设计在废石场底部修建浆砌石重力式拦砂坝，墙顶以上按台阶进行堆放，周围修建截排水沟。矿区属亚热带季风气候区，多年平均降雨量为 1506.9mm，日最大降雨量 240.2mm，废石场上游地表汇水面积约 0.037km²。未来排废过程中，当排水沟堵塞时，废石场内松散的岩土体在强降雨天气时，上游地表汇水迅速向废石场内汇流，渗入废渣中，废渣饱和后易产生流动，这些为泥石流

的产生创造了有利条件。预测发生泥石流的规模为中型，其影响范围内无村屯居民居住，可能危害到下游植被及耕地，受威胁人数小于 10 人，造成的经济损失小于 50 万元，危害程度中。因此，预测废石场引发泥石流地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等。

表 3-19 采矿活动引发采空塌陷地质灾害的可能性分级表

工程建设与地质灾害的位置关系	工程活动影响程度
	拟建工程活动对地质灾害的稳定性影响小
位于地质灾害的影响范围内	可能性小

表 3-20 采矿活动引发不稳定斜坡塌陷、坡面泥石流地质灾害危险性预测评估分级表

可能性	发育程度	危害程度	危险性
可能性小	弱发育	危害小	危险性小

3) 地质灾害预测评估小结

综上，预测采矿活动引发采空区地面塌陷地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性小；引发不稳定斜坡及泥石流地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；引发矿坑突水地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。地质灾害对矿山地质环境的影响或破坏程度较严重。

2、含水层的影响和破坏预测评估

1) 含水层结构破坏的预测评估

本矿山属于碎屑岩裂隙水、碎屑岩夹大理岩岩溶裂隙水直接充水

矿床，含水层富水性弱，矿坑进水边界条件中等，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，属水文地质条件中等复杂矿床。矿山采用地下开采，设计开采矿体大部分位于当地最低侵蚀基准面（+30m）以下，未来采矿矿坑涌水需机械抽排出矿井，预测未来采矿南北采区矿坑最大涌水量分别为 777.0m³/d、617.8m³/d。井下抽排地下水会造成矿区内碎屑岩裂隙水、碎屑岩夹大理岩岩溶裂隙水含水层的疏干，形成一定的降落漏斗，预测南北采区降落漏斗为各自地下采坑边界外扩约 350.8m 的范围。可见采空区的形成造成部分含水层被挖除，局部破坏了地下含水层结构，但是对矿山所在区域水文地质单元的含水层结构、地下水位、地下水流场不会产生明显改变，对区域地下水的补径排条件影响程度较小，矿山开采不会对矿区范围内的水田水漏失。因此，预测评估采矿活动对含水层结构的影响和破坏程度较轻。

2）地下水水位水质变化的预测评估

①地下水水位变化及其影响

a.含水层疏干及地下水位降

井下采矿因抽排地下水而形成降落漏斗，随着矿山的进一步开采，地下水位降深越来越大，降落漏斗范围也越来越大。由前所述，预测南北采区降落漏斗为各自地下采坑边界外扩约 350.8m 的范围。因此，当采矿抽排水时，造成其范围内地下水水位下降，碎屑岩裂隙水、碎屑岩夹大理岩岩溶裂隙水可能暂时疏干。矿山停采后，含水层地下水

位自动恢复，井下采矿仅造成小范围内地下水位的变化，不会改变区域地下水水位。因此，预测评估采矿活动对区域地下水水位的影响和破坏程度较轻。

b.井、泉水干涸

如前所述，未来采矿抽排地下水会造成疏干影响范围内的地下水位下降。采矿活动影响范围内的水胜口、***及***居民生活饮用水为自打水井及山泉水，现场调查，矿区北侧的***位于北采区采坑疏干影响范围内（自该采坑边界外扩 350.8m），南采区采坑疏干影响范围内无饮用井泉。未来采矿活动抽排地下水时，疏干影响范围内***的部分民井可能暂时被疏干，威胁村民的饮用水源。由于矿床赋矿层位的碎屑岩裂隙水、碎屑岩夹大理岩岩溶裂隙水富水性弱，矿坑抽排地下水量少，预测疏干影响程度有限。因此，预测采矿活动对周围井、泉的影响程度较严重。

C.地表水漏失

矿区范围内无大的地表河流，仅零星分布有小溪沟，有一部分水田。由于拟开采矿体埋深大于导水裂隙带高度，地表水不会通过导水裂隙带向矿坑充水。因此，预测采矿活动不会造成地表水体漏失，不会使水田水漏失。

②地下水水质变化及其影响

未来采矿活动可能造成地下水水质变化的污染源主要为矿坑涌水及废石淋滤水，矿井水水质详见表 3-3 的监测结果，现状矿山已在

1#斜井场地内修建有三级沉淀池。此外，根据业主委托*****
 检验所于 2025 年 7 月 15 日，对废石进行浸出毒性试验分析，详见表
 3-21，分析表中数据可知，废石淋滤水满足《地表水环境质量标准
 （GB3838-2002）》III类地表水相关指标要求。矿山废石场位于 1#斜
 井场地北侧约 200m 的沟谷内，废石淋滤水浸出后，部分沿地表土层
 垂直入渗至下伏碎屑岩裂隙水中，部分直接顺着地形坡度汇流到下游
 小溪，污染地下水、地表水水质，进而污染农田灌溉水源及下游村屯
 民井水质，危害程度小等。

表 3-21 废石浸出毒性试验结果		单位: mg/L
监测项目	监测结果 (mg/L)	《地表水环境质量标准》 III类
pH 值(无量纲)	--	
六价铬	***	≤0.05
铜	***	≤1.0
锌	***	≤1.0
铅	***	≤0.05
镉	***	≤0.005
砷	***	≤0.05
汞	***	≤0.0001
银	***	--

因此，预测采矿活动可能造成下游地下水水质变化，引发地下水
 污染的可能性小等，危害程度小等，危险性小等。

3）预测评估采矿活动引发矿坑突水危险性

矿山属于低山丘陵地貌，地形起伏较大，地表迳流条件好，所以
 大气降水部分渗入地下形成地下水，部分则形成地表迳流流失，因此
 预测大气降水引发矿坑突水地质灾害的可能性小。矿山设计地下开采，
 矿区范围内无大的地表河流，仅零星分布有小溪沟，由于拟开采矿体

埋深大于导水裂隙带高度，地表水不会通过导水裂隙带向矿坑充水。

根据地质详查资料，矿山开采矿体位于地下水位及当地最低侵蚀基准面以下，矿坑充水水源主要为碎屑岩裂隙水，矿体与充水含水层直接接触，地下水通过构造裂隙、断层破碎带进入矿坑。由于碎屑岩裂隙水富水性弱，且本矿山属于探矿权转采矿权项目，矿区范围内老窿分布少，因此，预测采矿活动引发矿坑突水地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

综上，预测未来采矿活动导致地下含水层的影响或破坏程度较轻。

3、地形地貌景观影响和破坏程度预测评估

矿区及周围无地质遗迹、人文景观、国家或自治区级的文物保护单位，采矿活动主要是对矿山地形地貌景观产生影响及破坏。未来采矿活动对地形地貌的新增破坏主要表现在新建北回风井场地，1#斜井工业区场地、南回风井、办公区、生活区在原有基础上继续对地形地貌产生较严重破坏。具体如下：

1#斜井工业区场地废石场：根据矿产资源开发利用方案，未来采矿活动产生废石约***万 m^3 ，其中一部分用于场地平整及铺路，剩余部分堆放在 1#斜井北侧直距约 200m 的废石场（预计堆放量约***万 m^3 ）。废石场为沟谷地形，地形坡度 $20^\circ \sim 30^\circ$ 。设计废石最低堆放标高+97m，最高堆放标高+120m，总堆高 23m，堆放面积约 4611m^2 。废石堆放改变了原有谷地地形，压占破坏地表植被，对地形地貌的破坏程度较严重。

新建北风井场地：根据矿山开发利用方案，未来采矿活动需在北采区各建一个回风井，井口场地内修建通风机房、临时信息室等设施。场地的建设需开挖平整破坏原有山坡地形，对地形地貌的破坏程度较严重。

综上，预测采矿活动对地形地貌的影响和破坏程度较严重。

4、土地损毁预测评估

根据矿山开发利用方案，未来采矿活动，1#斜井工业区场地、南回风井、办公区、生活区对土地资源的损毁程度、复垦条件均保持不变。未来采矿活动新增对土地资源的损毁主要表现在新建北回风井场地及废石场。各损毁土地单元预测分析如下：

1) 压占损毁土地预测

废石场压占损毁：根据矿山开发利用方案，未来采矿活动产生废石约***万 m^3 ，大部分堆放在 1#斜井北侧直距约 200m 的废石场（预计堆放量约***万 m^3 ）。废石最低堆放标高+97m，最高堆放标高+120m，总堆高 23m，按 8m 高度分级堆放，台阶边坡角小于 35° 。设计在废石场坡脚修建浆砌石重力式挡墙（墙高约 4m，墙长 25m，顶宽 1.0m，底宽 2.0m），周围修建浆砌石截排水沟（水沟长 365m，梯形断面，水沟上底宽 0.6m）。经计算，废石场压占损毁有林地 0.0684 hm^2 ，损毁程度重度，损毁土地均位于矿区范围内，土地权属梧州市龙圩区新地镇富禄村集体所有。

北风井场地压占损毁：未来采矿活动设计在北采区修建 1#回风

井，井口场地内均修建通风机房、临时信息室等设施。预测井口切坡高度小于 2.5m，边坡坡度约 60°。由于各风井仅为通风及安全出口使用，不做提升及日常生产人员进出使用，故仅利用当地的林间道路。各风井场地损毁土地方式均为压占，损毁程度轻度。经计算，1#风井场地损毁有林地***hm²，损毁土地均位于矿区范围内，土地权属藤县塘步镇石塘村集体所有。

综上，预测未来采矿活动新增压占损毁土地面积***hm²，土地类型为有果园、乔木林地、其他草地。

2)挖损损毁土地预测

根据本方案工程部署，未来生产建设对土地资源产生挖损损毁主要表现在拟建矿山公路及沉淀池。拟建排水沟由于开挖断面小，且作为预防控制工程及灌溉排水设施，闭坑后仍然保留使用不复垦，故不进行挖损面积统计。

3)地表塌陷损毁预测

根据前文地表变形计算，采空区地表塌陷仅表现为轻微的沉降变形，不会破坏土壤结构及林草地的使用功能，故不进行塌陷损毁土地面积统计。

4) 土地污染损毁预测

根据矿产资源开发利用方案，未来采矿产生的矿石直接出售原矿。现状 1#斜井场地内已修建有沉淀池，此外，本方案设计在废石场下游修建废石淋滤水沉淀池，废水均处理达标后排放，不会对土地产生污

染。因此，预测采矿活动对土地资源的污染程度较轻。

因此，预测未来采矿活动拟损毁土地***hm²，其中有乔木林地***hm²，其它草地***hm²，果园***hm²，损毁土地均位于矿区范围内，损毁土地方式包括压占及挖损，损毁土地程度重度，土地权属梧州市龙圩区***及藤县***集体所有。各单元损毁土地详见表 3-22。

表 3-22 拟损毁土地面积统计表 单位：hm²

场地名称	损毁方式	损毁程度	损毁时段	合计	一、二级地类			土地权属
					园地 02	林地 03	草地 04	
					果园 0201	乔木林地 0301	其它草地 0304	
废石场	压占	重度	生产期	***	***	***	***	***
1#风井场地	压占	重度	基建期	***	***	***	***	***
总计				***	***	***	***	

表 3-23 项目总损毁土地面积统计表 单位：hm²

序号	场地名称	原地类	面积 (hm ²)	损毁程度方式	损毁程度	损毁时段
1	生活区	乔木林地	***	压占	重度	基建期
		采矿用地	***	压占	重度	基建期
2	风场	果园	***	压占	重度	基建期、生产期
3	工业区	采矿用地	***	压占、挖损	重度	基建期、生产期
		其他草地	***	压占、挖损	重度	基建期
		乔木林地	***	压占	重度	基建期、生产期
		农村道路	***	压占	重度	基建期

序号	场地名称	原地类	面积 (hm ²)	损毁程度方式	损毁程度	损毁时段
4	办公区	乔木林地	***	压占	重度	基建期
		其他草地	***	压占	重度	基建期
		农村道路	***	压占	重度	基建期
5	矿区道路	乔木林地	***	挖损	重度	基建期
		采矿用地	***	压占	重度	基建期
		其他草地	***	压占	重度	基建期
		农村道路	***	压占	重度	基建期
合计			***			

综上所述，矿山生产建设共计损毁土地资源***hm²。项目损毁土地未占用基本农田，损毁方式为压占及挖损，损毁土地均位于矿区范围内，土地权属梧州市龙圩区***及藤县***集体所有。

综上，预测采矿活动对土地资源的损毁程度轻度。

5、预测评估小结

预测采矿活动引发采空区地面塌陷地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性小；引发不稳定斜坡及泥石流地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性中等；引发矿坑突水地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。预测矿山建设本身遭受采空区地面塌陷、不稳定斜坡及泥石流等地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。地质灾害对矿山地质环境的影响或破坏程度较严重。采矿活动对地下含水层的影响或破坏程度较严重；对地形地貌景观的影响和破坏程度较严重；对土地资源的影响和破坏程度较轻。

（1）矿山地质环境影响程度分级和范围

矿山地质环境影响程度分级，是根据采矿活动对矿山地质灾害的发育程度、含水层的影响和破坏程度、地形地貌景观、地质遗迹、人

文景观等的影响和破坏程度、土地资源的影响和破坏程度等方面的预测评估而综合确定，矿山地质环境影响预测评估结果见表 3-15。根据《广西矿山地质环境保护与土地复垦方案编制技术要求》附录 E.1 的矿山地质环境影响程度分级表，分严重、较严重、较轻三级，分级确定采取上一级优先原则，指标中只要有一项符合某一级别，就定为该级别。

根据上述原则及前述的现状评估结果，本矿山地质环境影响程度预测评估分为较严重区及较轻区 2 个级别。

表 3-24 矿山地质环境影响预测评估结果表

矿山地质环境		分布位置	影响与危害对象	损失情况	影响	综合
含水层	结构破坏	疏干影响范围的含水层	含水层结构	较轻	较轻	较轻
	地表水漏失	疏干影响范围内地表水	矿区内溪沟水、水田	较轻	较轻	
	疏干影响	疏干影响范围内	疏干影响范围内地下水、井泉	较轻	较轻	
	水质污染	评估区内的地下水	矿区下游地下水	现状矿区地下水水质良好	较轻	
土地资源	矿山建设压占	废石场、工业区、生活区、办公区	林地或其他草地	破坏林地或草地小于 2hm ²	较轻	较轻
	地面变形损毁	无	无	无	无	
	矿山建设挖损	无	无	无	无	
	地质灾害损毁	无	无	无	无	
	土壤污染损毁	无	无	无	无	

矿山地质环境		分布位置	影响与危害对象	损失情况	影响	综合
地质灾害	滑坡、崩塌	废石场、工业区、生活区、办公区	过往行人及车辆，威胁不特定人数小于 10 人	现状弱发育，危险性中等。	较轻	较轻
	泥石流	废石场	地表植被、下游村民	现状弱发育，危险性小。	较轻	
	采空区地面塌陷	无	无	无	无	
地形地貌景观	原生地形地貌	废石场、工业区、生活区、办公区	对原生的地形地貌景观和破坏程度较大	各厂区地对地形地貌破坏程度较严重。	较严重	较严重
	自然保护区及风景名胜	无	无	无	无	
	主要交通干线	无	无	无	无	

(2) 各影响程度分级阐述

较严重区：位于各井口场地、废石场、表土场、办公生活区、矿山公路以及水胜口村等地段，面积***hm²，较严重区对整改评估区占比为***%。预测采矿活动引发采空区地面塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性小；引发不稳定斜坡及泥石流地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小等；引发矿坑突水地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。预测矿山建设本身遭受采空区地面塌陷、不稳定斜坡及泥石流等地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。地质灾害对矿山地质环境的影响或破坏程度较轻。采矿活动对地下含水层的影响或破坏程度较轻；对地形地貌景观的影响和破坏程度较严重；对土地资源的影响和破坏程度较轻。

较轻区：评估区内除较严重区外的区域，面积***hm²，较轻区对整改评估区占比为***%。预测采矿活动引发采空区地面塌陷地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性小；采矿活动引发或遭受的地质灾害可能性小，危险性小；地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻；采矿活动对含水层、地形地貌景观及土地资源的影响和破坏程度较轻。预测评估该区采矿活动对矿山地质环境的影响程度较轻。

（三）问题诊断评价结论

综合矿山开采对矿区地质环境、含水层破坏、土地损毁、地形地貌景观破坏的影响程度、土地损毁、生态退化破坏等级，确定矿山各个单元对生态环境影响详见表 3-25。

表 3-25 矿区损毁程度综合评价表

序号	问题类型	现状及预测受损状况			综合评价结果
		范围	面积	损毁程度	
生活区	地质环境问题		***	重度	重度
	土地损毁			重度	
风场	地质环境问题		***	重度	重度
	土地损毁			重度	
工业区	地质环境问题		***	重度	重度
	土地损毁			重度	
办公区	地质环境问题		***	重度	重度
	土地损毁			重度	

序号	问题类型	现状及预测受损状况			综合评价结果
		范围	面积	损毁程度	
矿区道路	地质环境问题		***	重度	重度
	土地损毁			重度	
地表岩移范围	采空塌陷及伴生地裂缝含水层破坏		***	轻度	轻度

二、生态修复可行性分析

（一）技术经济可行性分析

矿区生态修复技术包括预防和治理两方面内容。主要包括：地质不稳定体对矿区生态破坏修复技术、矿区含水层破坏防治技术、矿区地形地貌景观破坏防治技术、矿区水土环境污染防治技术。

1、地质不稳定体对矿区生态破坏修复技术可行性分析

地下开采矿山可能会引发地面塌陷并常伴生地裂缝。金属矿山矿体围岩较为坚硬，采空之后有的采空区几十年不塌陷，但塌陷时又多在瞬间发生，地表变形是突发式的，其采空塌陷及伴生地裂缝发生具有突发性、危害性大等特点。一旦地面塌陷产生，将导致地面植被、土地等生态元素遭到破坏。随着地面塌陷加剧，形成的凹陷坑将切断坑内植被、生态与外界的联系，植被破坏程度进一步遭到破坏，导致生态环境与生物多样性的退化。

矿山应严格按照《开发利用方案》进行开采，留设护顶矿柱，采空区应及时充填，保证采空区充填质量，有效的控制地表塌陷变形，防止发生采空塌陷及伴生地裂缝，从源头预防矿山开采导致地表产生

塌陷，从而防止因矿山开采导致地表生态环境退化；矿山在预测的采空塌陷区范围内设置长期监测点，监测地表沉降和变形情况。

矿山若产生地表塌陷，可采取及时回填地裂缝、塌陷坑，平整后及时恢复植被的方式进行修复。

矿山现有不稳定地质体防治技术措施能够有效防止地表塌陷、沉降的发生，防止因矿山开采导致地表大面积植被、土地破坏。若塌陷产生可采取相关措施及时修复，技术上可行。

2、矿区含水层破坏防治技术可行性分析

矿山开采对含水层的破坏主要表现在含水层结构破坏、水位下降、水量减少和水质污染等。地下开采矿山疏干排水是不可避免的，对含水层结构破坏也会造成一定的破坏后，其恢复治理难度较大。

该矿山为地下开采矿山，地下采空区对含水层结构破坏较严重。经过多年监测，矿山地下开采不会因矿石、废石淋溶水对地下水水质造成威胁。矿山矿坑涌水量一般，矿山排水疏干对地下水水位下降造成了一定影响。矿山开采对矿区及其周边地下水水质影响较轻，对周边居民生产生活用水造成影响较轻。

矿山应严格按照《开发利用方案》进行开采，所有矿坑涌水排至沉淀池，不外排。及时对矿山周边的地表水体、地下水以及土壤定期进行监测工程，监测矿山开采是否对周边地表水、地下水以及土壤造成污染，保证矿山控制水土环境污染的措施得到落实，防止矿山开采对周边生态环境造成不可控的污染。

3、矿区地形地貌景观破坏防治技术可行性分析

矿山的生活区、风场、工业区、办公区、矿区道路等对地形地貌景观的破坏可根据实际情况对其进行拆除、植被补种与养护，以达到预防和治理。在闭坑时可采取清运建筑垃圾、场地平整、清理、覆土、恢复植被等措施进行预防和治理，技术上可行，治理难度较小。

4、矿区环境污染防治技术可行性分析

现状条件下，矿山开采对区内地下水、土壤、地表水污染程度较轻。未来矿山生产条件基本不会发生改变，预测矿山开采对矿区水土环境污染程度较轻。

采用人工巡查和取样化验的方法，对矿区地下水、土壤、地表水环境污染情况进行全程监测。对矿山生产产生的废水及时进行收集并输送至沉淀池用于生产循环用水，不外排；生活产生的废水及时收集，经过处理后用于场地除尘等，不外排；生产过程中产生的矿石部分经处理后用于充填采空区；矿山生产过程中产生的尾砂部分处理后回填至采空区；对部分区域进行绿化种植，临时废石堆修建水沟，防止水土流失。以上水土环境污染防治技术，施工技术成熟，可操作性强，在类似矿山应用取得了较好的防治效果，技术上可行，治理难度较小。

5、矿区土地复垦可行性分析

（1）复垦区土地利用现状

依据 2025 年土地利用现状调查数据成果，本方案土地复垦区面积***hm²，损毁地类为果园***hm²、乔木林地***hm²、其他草地

hm²、农村道路hm²、采矿用地***hm²。

表 3-26 复垦区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积(hm ²)	占总面积比例(%)
编码	名称	编码	名称		
02	园地	0201	果园	***	***
03	林地	0301	乔木林地	***	***
04	草地	0404	其他草地	***	***
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	***	***
10	交通运输用地	1006	农村道路	***	***
合 计				***	***

2、复垦责任范围

土地复垦区为生产建设项目损毁土地和建设用地构成的区域，因此，本矿山土地复垦区面积为***hm²。矿山闭坑后，不再留续使用。

表 3-27 复垦区与复垦责任范围一览表

项目涉及面积			面积(hm²)	备注
土地损毁面积	1、已损毁面积	生活区	***	
		风场区	***	
		工业区	***	
		办公区	***	
		矿区道路	***	
	2、拟损毁面积	工业区	***	
		风场区	***	
小计			***	
复垦区面积			***	
复垦责任范围面积			***	

表 3-28 复垦责任范围土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积(hm ²)	占总面积比例(%)
编码	名称	编码	名称		
02	园地	0201	果园	***	***
03	林地	0301	乔木林地	***	***
04	草地	0404	其他草地	***	***
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	***	***
10	交通运输用地	1006	农村道路	***	***
合 计				***	***

3、评价方法

有关土地复垦适宜性评价目前主要有专家评价法、经验判断指数法和法、极限条件法和多因素模糊综合评价法等几种。结合项目建设对地表土地破坏特征以及区域自然环境、社会环境特点，本项目对地表破坏土地适宜性评价采用极限条件法进行，即按土地类型基本要求，对比项目建设破坏土地的特征，并结合本区土地复垦经验和科学经济的复垦措施，将拟复垦的土地分为适宜和不适宜两类，其中适宜类为破坏前已利用的土地（包括宜耕地宜林地、宜草地、宜建地，各种宜利用土地适宜性按破坏程度和可垦性进行分级评价），不适宜为破坏前难利用土地或受到破坏严重、目前技术经济条件下不宜复垦的土地，见图 3-1。

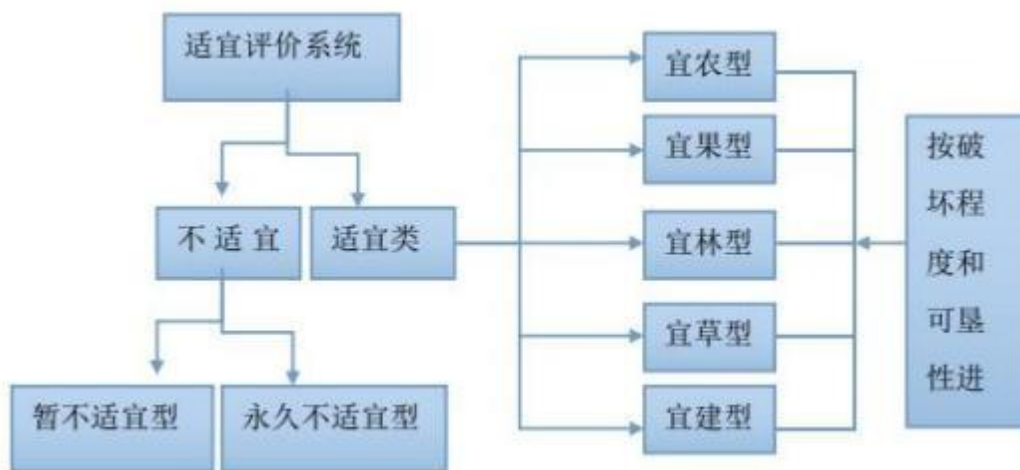


图 3-1 破坏土地适宜性评价系统

4、评价体系

参评因素选择对土地利用影响明显且相对稳定的因子，以便能通过因素指标值的变动决定土地的适宜状况。矿山土地利用类型主要受到地形坡度、地表物质组成、土壤有机质、土源保证率、排水条件、有效土层厚度等限制性因素影响。土地复垦主要限制因素等级标准见表 3-29（注：1 适宜、2 较适宜、3 一般适宜、N 为不适宜）。

表 3-29 土地适宜性评价主要限制因素的评价等级标准

限制因素及分级指标		宜耕地评价	宜园地评价	宜林地评价	宜草地评价
地形坡度/°	<2	1 等	1 等	1 等	1 等
	2-6	2 等	1 等	1 等	1 等
	6-15	2 等	2 等	2 等	1 等
	15-25	3 等	3 等	2 等	2 等
	>25	N	N	N	3 等
有效土	>100	1 等	1 等	1 等	1 等
层厚度 (cm)	100-60	2 等	1 等	1 等	1 等
	40-60	3 等	2 等	2 等	1 等
	40-10	N	N	3 等	2 等
	<10	N	N	N	N
地表物质组成	壤土	1 等	1 等	1 等	1 等
	黏土、砂壤土	2 等	2 等	2 等	1 等
	岩土混合物	3 等	2 等	2 等	2 等

限制因素及分级指标		宜耕地 评价	宜园地 评价	宜林地 评价	宜草地 评价
	砂土、砾质	N	3 等	3 等	3 等
	石质	N	N	N	N
(土源) 土壤 有机质/ (%)	>1.0	1 等	1 等	1 等	1 等
	1~0.6	2 等	2 等	2 等	1 等
	<0.6~0.3	3 等	3 等	3 等	2 等
	<0.3	N	N	N	3 等
土源保证率/%	100	1 等	1 等	1 等	1 等
	80-100	2 等	1 等	1 等	1 等
	50-80	3 等	2 等	3 等	2 等
	<50	N	N	N	N
排水条件	不淹没或偶然淹没, 排水好	1 等	1 等	1 等	1 等
	季节性短期淹没, 排水较好	3 等	2 等	2 等	1 等
	季节性长期淹没, 排水较差	N	N	N	3
	长期淹没, 排水很差	N	N	N	N
地面污 染物毒 性	无	1 等	1 等	1 等	1 等
	有少量化学有害物质造成产量<20%, 农 副产品达到使用标准	2 等	1 等	2 等	1 等
	有化学有害物质造成产量 20%~40%, 农 副产品达到使用标准	3 等	3 等	2 等	1 等
	有化学有害物质造成产量>40%, 或农副 产品不能食用	N	N	N	N

5、评价单元划分

根据已损毁及拟损毁土地损毁类型、损毁程度、生产建设用地类型，并结合实际限制性因素、土地利用类型和拟采取的复垦措施等，采用综合划分的方法，将待复垦的土地划分为 5 个评价单元，详见表 3-30。

表 3-30 评价单元划分表

类型	占地面 积 (m ²)	地类编 码	地类 名称	损毁面积 (m ²)	损毁面 积 (ha)	损毁程度	损毁 方式	损毁时 间
生活区	***	0301	乔木 林地	***	***	重度, 表面 大部分硬化	压占	基建期

类型	占地面积 (m ²)	地类编 码	地类 名称	损毁面积 (m ²)	损毁面 积 (ha)	损毁程度	损毁 方式	损毁时 间
		204	采矿 用地	***	***	重度，表面 大部分硬化	压占	基建期
风场	***	0201	果园	***	***	重度，表面 大部分硬化	压占	基建 期、生 产期
工业区	***	204	采矿 用地	***	***	重度，表面 大部分硬化	压 占、 挖损	基建 期、生 产期
		0404	其他 草地	***	***	重度，表面 大部分硬化	压 占、 挖损	基建期
		0301	乔木 林地	***	***	重度，表面 大部分硬化	压占	基建 期、生 产期
		1006	农村 道路	***	***	重度，表面 大部分硬化	压占	基建期
办公区	***	0301	乔木 林地	***	***	重度，表面 大部分硬化	压占	基建期
		0404	其他 草地	***	***	重度，表面 大部分硬化	压占	基建期
		1106	农村 道路	***	***	重度，表面 大部分硬化	压占	基建期
矿区道 路	***	0301	乔木 林地	***	***	重度，表面 大部分硬化	压占	基建期
		204	采矿 用地	***	***	重度，表面 大部分硬化	压占	基建期
		0404	其他 草地	***	***	重度，表面 大部分硬化	压占	基建期
		1106	农村 道路	***	***	重度，表面 大部分硬化	压占	基建期
总计	***			***	***			

6、土地复垦评价单元特征及等级评价

根据本项目特征及前述拟损毁土地的预测，本项目开采结束后待复垦土地评价单元特征见表 3-31。

表 3-31 待复垦土地参评单元适宜性等级评定结果表

序号	评价单元	评价因子							地类适宜性评价				评价结果
		地形坡度°	地表物质组成	(土源)土壤有机质/(%)	土源保证率/%	覆土后有效土层厚/cm	排水条件	地面污染物 毒性	耕地	园地	林地	草地	
1	生活区	0-3	壤土	>1.0	100	30	不淹没，排水	无	N	N	3等	2等	乔木林地
2	风场	0-3	壤土	>1.0	100	30	不淹没，排水	无	N	N	3等	2等	乔木林地
3	工业区	0-3	壤土	>1.0	100	30	不淹没，排水	无	N	N	3等	2等	乔木林地
4	办公区	0-3	壤土	>1.0	100	30	不淹没，排水	无	N	N	3等	2等	乔木林地
5	矿区道路	0-3	壤土	>1.0	100	30	不淹没，排水	无	N	N	3等	2等	乔木林地

7、适宜性等级评定结果

在项目区土地质量调查的基础上，将评价单元的土地质量与复垦土地主要限制因素的乔木林地、草地等级标准进行对比，以限制最大、适宜性等级最低的土地质量参评项目决定该单元的土地适宜性等级。

本矿山各评价单元土地复垦适宜性等级评定结果详见表 3-32。

表 3-32 各评价单元土地复垦适宜性等级评定结果汇总表

序号	评价单元	复垦前地类（二级地类）		复垦利用方向（二级地类）		备注
		(hm ²)		(hm ²)		
1	生活区	乔木林地	***	乔木林地	***	
		采矿用地	***			
2	风场	果园	***	乔木林地	***	
3	工业区	采矿用地	***	乔木林地	***	
		其他草地	***	乔木林地		
		乔木林地	***	乔木林地		
		农村道路	***	乔木林地		
4	办公区	乔木林地	***	乔木林地	***	
		其他草地	***	乔木林地		
		农村道路	***	乔木林地		
5	矿区道路	乔木林地	***	乔木林地	***	
		采矿用地	***	乔木林地		
		其他草地	***	乔木林地		
		农村道路	***	乔木林地		
总计			***		***	

8、水土资源条件

①土资源分析

根据矿山实际，按、乔木林地覆土厚度 0.3m 的标准进行覆土，覆土总量为***m³。土地复垦各单元覆土量详见表 3-33。

表 3-33 需土量统计表

复垦单元	复垦方向	覆土厚度（m）	覆土面积（hm ² ）	需土量（m ³ ）	备注
生活区	乔木林地	0.3	***	***	
风场	乔木林地	0.3	***	***	
工业区	乔木林地	0.3	***	***	
办公区	乔木林地	0.3	***	***	
矿区道路	乔木林地	0.3	***	***	
合计			***	***	

②水资源分析

本复垦工程主要涉及复垦后松树、蜈蚣草的用水平衡分析。在栽种时需要浇水一次来保证成活率，待稳定后可转为依靠天然降水。本项目初期苗木栽植所需水量来源于附近村庄与矿区施工生产期存水，后期植物生长主要为大气降水。

9、土地复垦质量控制要求

依据《土地复垦质量控制标准》中“附录 B 土地复垦类型区划分”，结合复垦区当地实际情况，本项目土地主要复垦方向为乔木林地，具体标准如表 3-34。

表 3-34 土地复垦标准

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准	本矿山复垦标准
林地	乔木林地	土壤质量	有效土层厚度（cm）	≥30	≥30
			土壤容重（g/cm ³ ）	≤1.45	≤1.45
			土壤质地	砂土至壤质黏土	砂土至壤质黏土
			砾石含量（%）	≤10	≤10
			pH 值	5.0~8.0	5.0~8.0
			有机质（%）	≥1	≥1

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准	本矿山复垦标准
		配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	现有道路可满足
		生产力水平	定植密度（株/hm ² ）	满足《造林技术规程》（GB/T 15776）要求	833-2500
			郁闭度	≥0.35	≥0.35
草地	其他草地	土壤质量	有效土层厚度（cm）	≥30	≥30
			土壤容重（g/cm ³ ）	≤1.45	≤1.45
			土壤质地	砂土至壤质黏土	砂土至壤质黏土
			砾石含量（%）	≤10	≤10
			pH 值	5.0~8.0	5.0~8.0
			有机质（%）	≥1	≥1
		配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	现有道路可满足
		生产力水平	覆盖度/%	≥40	≥40
			产量（kg/hm ² ）	三年后达到周边地区同等土地利用水平	三年后达到周边地区同等土地利用水平

综上所述，通过土地平整、植被绿化等技术方法，能够有效恢复矿山生态环境平衡。项目实施后，能增加矿区内表土植被，避免水土流失，创造一个良好的生态环境。因此，本项目矿山生态修复工程的实施，能够最大程度的恢复矿山地形地貌特征，平整土地，增加绿化面积，避免水土流失，能够最大程度改善和恢复矿区生态环境。

（二）目标方向可行性分析

1、参照生态系统

本方案以***为周边案例进行分析，该矿位于本矿山北西***km处，属***管辖。矿区范围由 30 个拐点坐标圈定，面积为***km²，开采标高为+700m~+310m，开采方式为地下开采，生产规模为***万 t/a。

（1）矿山基本情况

隶属。2000 年 5 月取得由原广西壮族自治区地质矿产厅核发采矿许可证，2004 年 3 月在采矿证到期前向原广西壮族自治区国土资源厅申请采矿许可证延续，取得了原广西壮族自治区国土资源厅颁发的采矿许可证；2014 年 6 月 29 日取得了原广西壮族自治区国土资源厅颁发的采矿许可证。

（2）矿山地质环境保护与土地复垦措施

1）窿口封堵及工业场地复垦工程

***B 组矿带大部分矿体已经开采或开采完毕，对矿体破坏很大，剩余少量边角残矿，大多数巷道已经封闭，无法再继续开采，已经停止开采多年。B 组矿带现形成 6 个主要窿口，分别为 2#平窿口、3#平窿口、8#平窿口、9#平窿口、11#平窿口、168#平窿口。矿山从 2005 年至今对各窿口进行封堵，相应工业场地也采取了复垦措施。根据 2013 年编制的土地复垦方案，对废弃废石场边坡进行治理，主要采取修建截排水沟、挡渣墙、场地平整、覆土、植被复绿等措施

3）排水沟工程

为了保证暴雨季节矿山排水顺畅，矿山在生产区、矿山道路及各复垦场地周边修建了排水沟，疏导矿区各当地地表径流至外围排水系统。

（3）恢复治理及复垦效果总结

***在矿产资源开发设计、开采各阶段中，有切实可行的矿山地质环境治理恢复及土地复垦方案与措施，并严格实施；坚持“边开采、边复垦”，治理和复垦技术先进，资金到位，对矿产资源开采破坏的地质环境和土地得到了全面的治理和复垦利用，据了解，该矿山已完

成治理恢复与土地复垦投资（部分）53.4 万元，亩均投资约 0.4965 万元。

通过矿山地质环境治理恢复及土地复垦，***基本达到“规范矿山、绿色矿山”的要求，当地村民对矿山采取的矿山地质环境治理恢复及土地复垦措施给予高度认可。存在的不足之处在于复垦过程树木、草种死亡后未及时补种，影响复垦效果，在后期复垦过程中应注意后期管护。

（3）***治理复垦工程案例对本项目的借鉴意义

矿井口工业场地的布置与本矿下开采井口工业场地布置类似，该矿山对工业场地实施治理复垦工程措施为本方案编制提供了指导方向，为后期矿山工程的实施提供工程经验。

2、复垦前后土地利用结构

依据土地复垦适宜性评价结果，确定复垦责任范围面积***hm²，本矿山最终复垦方向为：乔木林地***hm²。

（三）边开采、边修复可行性分析

本矿山为地下开采矿山，虽为地表设施定型，但“边采边治”完全可行，其核心在于建立全周期、动态化的修复体系。以监测防控为前提，以局部和机会修复为补充，以资源技术储备为基础。企业将在生产中制定年度修复计划，将原则落到实处。

三、生态修复分区及修复时序安排

根据生态修复可行性分析，按照损毁程度划分为二个修复分区。

其中生活区、风场、工业区、办公区、矿区道路压占程度为较严重区，其他范围为较轻区。

本矿山处于基建期，尚未进行生产采矿活动，开采方式为地下开采，生产过程中地表构筑物、井巷工程等均处于正常生产状态，属于矿山完整的生产系统，运行直至矿山闭库。本矿山在闭坑后才进行土地复垦生态修复。

根据时序修复工程安排分为生产期修复工程和闭坑后治理期修复工程。

生产期修复工程：主要包括，地质环境监测工程，土地损毁监测工程。

矿山闭坑后治理期（1 年）内修复工程：生活区、风场、工业区、办公区、矿区道路修复工程。矿山闭坑治理期修复工程完成后，对所有修复单元进行管护，管护时间为 3 年。

四、采矿用地与复垦修复安排

采矿活动影响范围损毁的土地总面积为***hm²，分别为生活区损毁面积为***hm²、风场损毁面积为***hm²、工业区损毁面积为***hm²、办公区损毁面积为***hm²、矿区道路损毁面积为***hm²。

根据矿山开采计划及现状条件，损毁区域闭坑后都不再留续使用，闭坑后进行整体复垦修复。

第四章 生态修复措施与工程内容

一、保护与预防控制措施

（一）敏感目标保护

矿山占地范围内无自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜區、森林公园、地质公园、原始天然林、珍稀濒危野生动植物天然集中分布区等。矿山占地不在生态红线区域内。

矿山现有地表工程未占用永久基本农田。针对矿山地下开采可能会在地表岩移范围内产生地面塌陷和地裂缝的问题，矿山采用充填法进行开采，留设了矿柱并对地表变形进行实时监测，地表变形数据说明已实施的采空区充填工程质量较好，证明矿山减小地表变形，避免地面塌陷和地裂缝的减缓措施可行，矿山现有监测工程、留设矿柱措施和减缓措施基本能够控制地表变形程度，不会影响敏感目标的功能和安全。

（二）表土剥离与植被移植利用

根据现场调查，矿山前期建设时未进行表土剥离，现场没有存留表土。

（三）相关协同措施

1、环境污染等有关预防措施

根据环保报告，项目开采产生的废石经毒性鉴别属于第I类一般

工业固体废弃物，可按照《《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》》（GB 18599-2020）进行处置。产生的废石量较小，部分用于回填采空区、平整场地、建拦渣坝和修建道路，剩余堆放至废石场，对周边环境影响小。生活垃圾在矿区内择地分层进行覆土填埋沤肥，沉淀池底泥直接掺入产品中外售，对周边环境造成的影响小。

根据开采设计，项目开采I—①、I—②、II—①、III—①银矿体，矿坑涌水均集中由1#斜井抽出地表，汇入1#斜井口南面30m处的三级沉淀池，经三级沉淀池处理的矿坑涌水达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中一级标准限值，部分用于井下及地面防尘等，剩余的全部排入芝鸦溪，最后汇入上小河。

2、地质灾害预防措施

（1）采空区地面塌陷地质灾害预防措施

该矿山为地下开采矿山，I—①、I—②、III—①号矿体属急倾斜薄矿体，II—①号矿体属缓倾斜薄矿体。

急倾斜薄矿体采用浅孔留矿采矿法开采，缓倾斜薄矿体采用浅孔房柱法开采。根据矿山多年生产期间地表变形监测结果，矿山井下采空区充填措施能够减缓地表变形速度，控制采空塌陷及伴生地裂缝对地表的影响。

（2）不稳定斜坡、坡面泥石流地质灾害预防措施

对不稳定斜坡进行监测及植被绿化，加固坡脚等有利于不稳定斜坡、坡面泥石流地质灾害预防措施。

2、含水层保护措施

矿山开采过程中对地下水的水位水质进行监测，掌握含水层情况。

根据评估结果，矿山开采对地下含水层的破坏程度较严重，主要表现为含水层水质的污染以及可能造成水胜口村民井干涸。因此，本方案主要部署以下保护措施：

（1）采取石灰中和法对废石淋滤水及矿井涌水进行处理达标后排放。该工艺首先将石灰制成含水乳清水，然后加入中和氧化池中，同时采用机械搅拌进行充分搅拌，经沉淀、过滤达标后，清水外排。

（2）废石场下游修建地下水污染监测井，生产过程中定期取水样进行水质分析，确保地下水不受污染，同时进行地下水水位监测。废石场所在位置地下水位埋深约 10m，设计监测浅井井深超过地下水稳定水位 10m 以上，设计井深约 20.0m，孔径 750mm，监测井井口设置固定点标志。

（3）生产期间对沉淀池外排水、下游地下水污染监测井等水质进行监测。

（4）生产过程中，加强对水胜口及***的民井水位、水质的监测工作，如因采矿活动造成井泉干涸的，矿山应部署相关引水工程，保证当地居民的生产生活用水安全，该部分工程属于矿山主体工程。

3、地形地貌景观保护措施

矿山开采完毕后，对生活区、风场、工业区、办公区、矿区道路进行覆土复绿。种植乔木草地进行复绿。使治理后的矿山生态环境与

周围自然景观相融合，最终达到地形、植被景观与周边环境大致融为一体，恢复地形地貌景观。

4、水土环境污染预防措施

(1) 矿山工业场地、运输道路等采取防尘措施。矿山生产会有粉尘、噪音等污染，矿山生产时进行洒水降尘，防止粉尘飞扬，降低职业危害程度和避免污染环境。

(2) 采用人工巡查和取样化验的方法，对矿区地下水、土壤、地表水环境污染情况进行全程监测。对矿山生产产生的废水及时收集并输送至沉淀池，不外排；生活产生的废水及时收集，经过处理后用于场地除尘等，不外排；生产过程中产生的矿石部分经处理后用于充填采空区；矿山生产过程中产生的尾砂部分处理后回填至采空区；对部分区域进行绿化种植，临时废石堆修建水沟，防止水土流失。

5、土地复垦预防控制措施

(1) 源头控制，杜绝乱占滥用土地现象。严格按照《矿产资源开发利用方案》开采，防止土地资源的任意损毁；并及时做好采空区影响范围的监测，防止引发地质灾害而造成土地资源的新增损毁。

(2) 复垦区域，应对土壤质量、植被恢复情况等监测。

二、修复措施

(一) 地貌重塑

(1) 矿山地表井口封堵措施

矿山生产完成闭坑后须对地表的 1#斜井、南北回风井井口进行

封堵。1#斜井封堵方式为：井口下推 20m 处修建浆砌石挡墙，在井口修建浆砌石挡墙，然后利用临时废石场堆存的废石进行回填。南北回风井封堵方式为：在竖井所有马头门修建挡墙，利用废石回填竖井，回填至竖井井口附近时采用浆砌石将竖井井口完全封闭。

（2）场地清理工程

1）拆除工程

拆除流程：清拆管线→拆除门窗→拆除屋顶→拆除墙体→回收有价废物。

因地面房屋多为板房结构。拆除时采取先上后下、先非承重结构后承重结构的原则。对有废物进行回收。

2）砾石及硬化面层清理工程

采用推土机推土方式对各场地铺垫砾石进行清理，清理厚度 0.3m，并保证拆除后地面与周边地表基本持平，为复垦做好准备。

3）废弃物清运工程

废弃物清运工程是指建（构）筑物和碎石路面拆除以后，对废弃物利用挖掘机装自卸汽车清运，本方案设计利用挖掘机装自卸汽车清运至竖井回填，平均运距小于 1km。

（3）平整工程

平整土地主要是为了使受到扰动的土地进行推高、填低，使之基本水平或其坡度在允许的范围之内，其目的是通过土地平整便于生物措施的实施，满足复垦地植被生长条件的需要。土地平整是土地复垦

工程建设的重要组成部分，是后期进行生物化学技术措施的基础，是把损毁土地变为可利用地的前期工程。土地平整之前是要确定好平整后的标高及坡度等，平整方式主要为机械平整，借助挖掘、推土机械进行削高填低，平整厚度 0.2m。

（二）土壤重构

1) 覆土工程

对于平整度达到复垦要求的区域进行覆土。据调查可知矿区现场还普遍存在大于 1 米厚表土，按照“乔木林地 $\geq 30\text{cm}$ ，灌木林地 $\geq 30\text{cm}$ ，其他草地 $\geq 30\text{cm}$ ”的厚度进行覆土，矿山已和客土来源达成意向，建议矿山尽快签订协议。

2) 土壤改良

覆土工程土源来自外购客土，提供土方有机质含量不小于 1.0%，达到复垦地类的有机质标准，因此，不再使用有机肥料进行土壤改良，企业可根据植物生长情况施用适当的复合肥和专业肥进行追肥。

3) 土地翻耕

采用拖拉机牵引三铧犁对场地进行翻耕，使得表土和肥料充分结合，翻耕深度 30cm 左右。

（三）植被重建

针对矿山实际情况，采取覆土绿化的形式，选择适宜的植物种类，亦为矿山生态恢复的关键技术之一。根据当地的地理、气候等自然条件的特点，多采用覆盖绿化方式。

根据当地的气候、土壤条件等实际情况，因地制宜的选择植物种类，防止外来物种入侵。物种选择的原则是：生长快、适应性强、栽植容易、成活率高、适应矿山自然环境、有较高的经济价值或改善矿山环境的能力。

遵循植被选择的原则，根据本项目区立地条件分析，在坚持生态优先、因地制宜、林草结合方式，快速恢复植被的原则的基础上，通过现场实地调研以及与当地居民交流，最终确定适宜本方案复垦工程的木本植物为松树按树，草本植物选择蜈蚣草草籽。

（1）松树按树栽植

土地平整后坑栽松树进行植被恢复，树坑规格 $0.9\text{m} \times 0.9\text{m} \times 0.9\text{m}$ ，株距 $2.0\text{m} \times 3.0\text{m}$ 。

（2）撒播草籽

坑栽松树及回填表土后，采取林草结合方式进行复垦，以稳固水土、快速恢复生态，撒播的草籽类型：蜈蚣草，草籽撒播标准： 0.005kg 每平方米。

（四）景观营建

本矿山位于浔江流域，属低山丘陵地貌，整体地势南高北低，海拔 $70\text{m} \sim 207.7\text{m}$ ，相对高差 137.7m ，一般高差 $50\text{m} \sim 100\text{m}$ 。地形起伏变化中等，地形坡度一般 $20^\circ \sim 35^\circ$ 。矿山所处区域生态系统类型主要为林地生态系统、灌丛生态系统和农田生态系统。

该矿山为地下开采矿山，根据不稳定地质体相关预测结果，未来

矿山开采地表岩移范围内形成地表变形严重的可能性较小，预测地表岩移范围内基本不会变形，可保持原地貌景观。本方案在地表岩移范围以内设计工程以变形监测为主，具体工程量详见第六章。

三、工程内容

（一）修复工程

修复面积：***hm²

修复方向：乔木林地

修复措施：

1) 井口封堵工程

井口下推 20m 处修建浆砌石挡墙，在井口修建浆砌石挡墙，然后利用临时废石场堆存的废石进行回填。

表 4-1 井口封堵工程量表

封堵井口	断面(m ²)	回填长度(m)	井筒回填充填废石量(m ³)	砌石封墙量(m ³)
1#斜井	***	***	***	***

2) 场地清理工程

首先要拆除建筑物，其次将压占的硬化地面进行清除，场地内建筑物多以板房结构，建筑物面积为***m²，地面区域采用水泥硬化，硬化面积南北回风井，硬化厚度 0.3m。其中：根据《广西壮族自治区房屋修缮工程消耗量定额（建筑装饰工程）》，整体拆除砖混结构建筑垃圾发生系数为 1.18。

整体建筑物拆除工程量：***；

水泥硬化地面清理工程量：***；

清理后，将清理废弃物用于斜坡道充填工程。其中建筑物松散系数取 1.50，水泥硬化废弃物松散系数取 1.33。

废弃物清运量：*** m^3 。

3) 平整工程

进行平整处理，清除大块碎石，平整后的地面坡度不超过 6° 。场地平整面积为*** m^2 ，平整平均厚度约 0.2m，平整工程量为*** m^3 。

4) 覆土工程

场地平整后及时进行覆土，覆土面积为*** m^2 ，覆土厚度 30cm，覆土量*** m^3 。

5) 土壤培肥

表土培肥(0.01kg 每平方米)，面积为*** m^2 ，5) 土壤培肥量***kg

6) 植被恢复工程

场地内挖穴坑栽植松树，株行距 2.0m \times 3.0m，需种植松树***0 株。

撒播蜈蚣草草籽，草籽撒播标准 0.005kg 每平方米，需撒草籽面积为*** m^2 ，需撒草籽重量***kg。

7) 地表岩移范围

根据前述评估内容，预测地表岩移影响区范围内土地损毁地类为水田、旱地、果园、其他园地、乔木林地、竹林地、灌木林地、其它林地、其他草地、村庄、采矿用地、农村道路、坑塘水面、设施农用地、田坎。预测土地损毁程度为轻度，本方案只对地表岩移范围进行

土地损毁监测，不设计具体修复工程。

（二）工程汇总

本次设计各项复垦工程汇总详见表 4-7。

表 4-7 修复工程汇总表

修复内容		工程内容	计量单位	工程量
地貌 重构	斜坡道、斜井 封堵回填工程	块石	立方米	***
		浆砌块石	立方米	***
	建筑物拆除	生活区、办公区、工业区、风场建构筑物 拆除	立方米	***
	水泥硬化地面清 理	硬化水泥路面清理（清理深度 0.3m）	立方米	***
	废弃物石方清运	废弃物石方清运（运距 1km）	立方米	***
	土地平整	表土平整（平均 0.2m）	立方米	***
土壤 重构	覆土工程	表土覆土（覆土厚度 0.3m）	立方米	***
	土壤培肥	表土培肥（0.01kg 每平方米）	kg	***
植被 重建	草木恢复工程	松树苗	棵	***
		松树坑种挖土（0.9*0.9*0.9）	立方米	***
		松树培肥（每株按 1kg）	kg	***
		撒播蜈蚣草草籽（0.005kg 每平方米）	kg	***

第五章 监测与管护

一、监测目标与措施

（一）监测目标任务

通过开展矿山地质环境、土地资源、生态系统监测，进一步认识矿山采矿过程对矿区及其影响范围内的矿山地质环境、土地资源、生态系统等问题及其危害，掌握矿山地质环境、土地资源、生态系统动态变化，预测矿山地质环境、土地资源、生态系统的发展趋势，为合理开发矿产资源、保护矿山地质环境、土地资源、生态系统等提供基础资料和依据。

（二）监测措施

1. 矿山地质环境监测

（1）地质灾害监测

本矿山设计地下开采，存在采空区地面塌陷、崩塌滑坡及泥石流等地质灾害问题，地质灾害监测的对象主要为原废石场、废石场、地表塌陷范围及采矿疏干影响范围，监测内容为采空区地面塌陷、崩塌滑坡及泥石流等地质灾害。

1) 监测点的布设

不稳定斜坡及泥石流监测点：布置在原废石场及废石场地段。

采空区地面塌陷：布置于整个采空区地表塌陷范围。

2) 监测内容

宏观变形监测：通过定期目视监测、记录地质灾害监测点有无异常变化，了解地质灾害演变特征，及时发现斜坡地面开裂、鼓胀、墙体开裂等微观变化，及时捕捉地质灾害前兆信息。

3) 监测方法

不稳定斜坡及泥石流：宏观变形监测，即采用人工巡视监测、记录废石边坡及挡土墙的变形情况。

采空区地面塌陷：宏观变形监测，即采用人工巡视监测、记录采空区地表塌陷变形情况，动态监测地表塌陷变形情况。监测对象为整个采空区地面塌陷范围。

4) 监测频率

宏观变形监测频率：每月巡视 1 次。

5) 技术要求

监测技术要求符合《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）以及《崩塌·滑坡·泥石流监测规范》（DZ/T0221—2006）有关规定。

6) 监测时限

监测时限从生产至矿山恢复治理工程竣工。

（2）土壤环境监测

1) 监测目的

为了分析矿山开采过程中，周边土壤污染和理化性质变化情况，特别是土壤重金属富集情况，需开展土壤监测。

2) 监测内容和方法

根据《土壤环境监测技术标准》（HJ/T166-2004），结合本项目特点，选择 pH 值、铊、汞、铬、砷、镉、钴、锑、铅、锰、铜、镍、锌、锡、硫化物等 15 个项目为监测项目。监测方法按照《土壤环境监测技术标准》（HJ/T166-2004）进行。

3) 监测布点

工业场地附近旱地、废石场附近林地，共布设土壤监测点 3 个。以上监测点皆位于受矿业活动影响区内，以上点位用于反映矿山开采活动建设是否对场地周边土壤造成污染。

4) 监测频率

每个监测点每年监测 2 次。

5) 技术要求

土样制备和分析应遵守《土壤环境质量标准农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）和《土壤环境监测技术标准》（HJ/T166-2004）等技术规范。

6) 监测时限

监测时限 3 年。

（3）含水层监测

1) 监测点的布设

水位监测点：办公区、生活区、***，共 3 个监测点。

水质监测点：办公区、生活区、***，共 3 个监测点。

流量监测点：1#斜井矿坑涌水、地下水污染监测井以***民井，共计 3 个点。

2) 监测内容

水位监测：监测水位监测点的地下水水位。

水质监测：取上述各水质监测点的水样，每年做 1 次水质全分析检测，3 次简分析（主要分析 PH 值、铅、镉、砷、银及汞等浓度）。

流量监测：监测各监测点的地下水流量，分析判断采矿疏干影响程度。

3) 监测方法

①水质分析方法：采用原国家环保局《水和废水监测分析方法》（第四版增补版）。

②水位监测：人工电位水位计测量。

③流量监测：人工流速仪实地测量。

4) 监测频率

水质监测频率:每年 2 次，水位、水量监测频率:1 月/次。

5) 监测技术要求

①《地下水监测井建设规范》（DB34/T 4822-2024）。

②《地下水监测工程技术规范》（GB/T51040-2023）。

6) 监测时限

监测时限从生产至矿山恢复治理工程竣工后一个水文年。

（4）地形地貌景观监测

地形地貌景观监测点:布置在各井口场地及废石场等地段。

监测项目：各破坏单元的范围、面积和程度。

监测方法：全站仪人工实地测绘，测量精度不小于 1：500。

监测频率：1 次/年。

监测技术要求：执行《1:500、1:1000、1:2000 地形图数字化规范》(GB/T17160-2008)及《工程测量标准》（GB 50026-2020）。

监测时限从生产至矿山恢复治理工程竣工后一个水文年。

根据上述监测设计,测算矿山地质环境监测工程量汇总见表 5-1。

2.土地复垦监测

本矿山土地复垦监测内容包括土地损毁与土地复垦效果监测。

1) 土地损毁监测

监测内容：监测各拟损毁土地单元每年的损毁范围、面积、地类等情况，与预测损毁土地结果进行对比分析。

监测点布设范围：布置在每个损毁土地单元。

监测方法：用卷尺或手持 GPS 野外定点监测损毁范围、面积，对照预测图、土地利用现状图记录损毁地类、面积和权属等情况。

监测频率：每年 6 次/年。

监测时限为 7 年。

2) 土地复垦效果监测

监测内容：包括土壤质量监测、复垦植被监测及复垦配套设施监测。①土壤质量监测：复垦为农、林、牧业用地的土地自然特性监测

内容，为复垦区地形坡度、有效土层的厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度（pH）、有机质含量等。本矿山土地复垦方案主要监测复垦林地的土壤质量。②复垦植被监测：复垦为林地的监测内容是林木长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度及生长量等。③复垦配套设施监测：对拦渣墙、排水沟进行巡视监测，必要时进行修复。

监测点布设范围：布置在每个损毁土地单元，各损毁单元设 1 个监测点。

监测方法：植被监测采用样方随机调查法，巡视观测植被生长及水土流失情况；复垦配套设施监测主要采用人工巡视，对损毁地段进行修复。

监测频率：复垦植被监测每年 1 次；复垦配套设施监测每年 1 次。

监测时间：为复垦工程结束后的 3 年。

根据上述监测设计，测算土地复垦复垦监测工程量汇总见表 5-1。

二、管护目标与措施

（一）管护目标任务

主要是对土地复垦中的林地和设施维护、保养和清理。

（二）林地管护措施

1.水分及养分管理

在幼林时期以防旱施肥为主。

2.林木修枝

林带刚进入郁闭阶段时，由于辅佐树种生长茂密产生压迫主要树种的情况，要采取辅佐树种修枝，以解除主要树种的被压状态，促进主要树种生长并使其在林带中占优势地位。

通过修枝（包括主要树种和辅佐树种的修枝），在保证林木树冠有足够营养空间的条件下，可提高林木的干材质量和促进林木生长。关于修枝技术，根据当地群众的经验，修枝高度不超过林木全高的 $1/3 \sim 1/2$ 。

3. 林木密度调控

林带郁闭后，抚育工作的主要任务是人为干涉，调节树种间的关系，调节林带的结构，保证主要树种的健康成长。同时，通过这一阶段的抚育修枝间伐，为当地提供一定的经济效益。林带的树种组成与密度基本处于稳定状态，但是仍应隔一定时间对林带进行调节，及时伐掉枯梢木和病腐木等。

4. 林木更新

按照一定的顺序，在时间和空间上合理安排，逐步更新。

5. 林木病虫害防治

对于林带中出现树木的病、虫、害等要及时进行管护。对于病株要及时砍伐防治扩散，对于虫害要及时地施药品等控制灾害的发生。

根据上述监测设计，测算土地复垦管护工程量汇总见表 5-1。

三、工程量

根据上述监测与管护设计，测算矿山地质环境监测、土地复垦监

测土地复垦监测、土地复垦管护工程量汇总见表分别见表 5-1:

表 5-1 监测与管护工程量汇总表

地质环境 监测	地质灾害监 测	人工巡查（频率 12 次/年，按 10 年计）	次	***
	水环境监测	地下水水位监测（频率 12 次/年，按 10 年计）	点·次	***
		地下水水质监测（频率 2 次/年，按 10 年计）	点·次	***
土地资 源监测	土地损毁监 测	土地损毁监测（频率 6 次/年，按 7 年计）	点·次	***
	复垦后土壤 质量监测	土壤质量监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	点·次	***
生态系 统监测	植被恢复监 测	植被恢复监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	点·次	***
	土壤污染监 测	土壤污染监测（频率 2 次/年，按 10 年计）	点·次	***
管护工 程	乔木林地管 护	乔木林地（管护 3 年）	棵	***
	乔木林地补 种	乔木林地（管护 3 年）	棵	***
	乔木追肥	乔木林地（管护 3 年）	kg	***

第六章 工程部署与经费估算

一、总体部署

（一）总体目标任务

按照“谁开发、谁治理”的原则，本项目矿区生态修复工作由采矿权人负责并组织实施。矿山企业成立专职机构，加强对方案实施的工程管理，专职机构对生态修复方案的实施进行监督、指导和检查，保证修复方案的各项工程措施落到实处并发挥积极作用。

（二）总工作量

本方案生态修复措施包括有地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程、监测工程、管护工程等，根据前述工程设计，计算得出生态修复工作量详见表 6-1。

表 6-1 总工作量表

修复内容		工程内容	计量单位	工程量
地貌 重构	斜坡道、斜井封堵回填工程	块石	立方米	***
		浆砌块石	立方米	***
	建筑物拆除	生活区、办公区、工业区、风场建构筑物拆除	立方米	***
	水泥硬化地面清理	硬化水泥路面清理（清理深度 0.3m）	立方米	***
	废弃物石方清运	废弃物石方清运（运距 1km）	立方米	***
	土地平整	表土平整（平均 0.2m）	立方米	***
土壤 重构	覆土工程	表土覆土（覆土厚度 0.3m）	立方米	***
	土壤培肥	表土培肥（0.01kg 每平方米）	kg	***

植被重建	草木恢复工程	松树苗	棵	***
		松树坑种挖土（0.9*0.9*0.9）	立方米	***
		松树培肥（每株按 1kg）	kg	***
		撒播蜈蚣草草籽（0.005kg 每平方米）	kg	***
地质环境监测	地质灾害监测	人工巡查（频率 12 次/年，按 10 年计）	次	***
	水环境监测	地下水水位监测（频率 12 次/年，按 10 年计）	点·次	***
		地下水水质监测（频率 2 次/年，按 10 年计）	点·次	***
土地资源监测	土地损毁监测	土地损毁监测（频率 6 次/年，按 7 年计）	点·次	***
	复垦后土壤质量监测	土壤质量监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	点·次	***
生态系统监测	植被恢复监测	植被恢复监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	点·次	***
	土壤污染监测	土壤污染监测（频率 2 次/年，按 10 年计）	点·次	***
管护工程	乔木林地管护	乔木林地（管护 3 年）	棵	***
	乔木林地补种	乔木林地（管护 3 年）	棵	***
	乔木追肥	乔木林地（管护 3 年）	kg	***

（三）实施计划初步考虑

本方案按矿山生产年限 7.0 年、土地复垦与恢复治理工程及管护期 3.0 年进行规划，对矿山开采破坏情况进行总体部署，设计分生产中前期、生产后期及闭坑后三个阶段进行矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程部署。分述如下：

第一阶段（生产中前期）：2026 年 1 月至 2030 年 1 月，共 4.0

年，主要工作包括排水沟、挡土墙、沉淀池及监测井工程，以及整个生产过程中地质灾害监测工程，土地损毁及复垦配套设施等监测管护工程。

第二阶段（生产后期）：2030 年 1 月至 2033 年 1 月，共 3.0 年，主要工作为生产过程中地质灾害监测工程，土地损毁及复垦配套设施等土地复垦监测工程。

第三阶段（闭坑后）：2033 年 1 月至 2037 年 1 月，共计 3.0 年，恢复治理与土地复垦工作包括各井口场地、废石场、生活区、矿山公路及沉淀池等恢复治理及土地复垦工程，井筒封堵工程，地质灾害监测工程，以及恢复治理及土地复垦实施后的监测及管护工程。

二、总体经费估算

（一）经费估算依据

1、投资估算的依据

略

表 6-2 主要材料单价表

序号	名称及规格	单位	预算价格（除税）（元）
1	柴油 0#	kg	6.68
2	汽油 92#	kg	8.37
3	水	m ³	2.43
4	电	kw/h	0.80
5	水 32.5MPa	t	415.93
6	天然中粗砂	m ³	97.09
7	块石	m ³	矿山自供
8	混合草籽	kg	30
9	爬山虎苗	株	1.50
10	复合肥	kg	2.80

序号	名称及规格	单位	预算价格（除税）（元）
11	假地豆	kg	300
12	桃金娘	株	1.50
13	水泥	t	25
14	板枋材	m ³	256
15	反滤石	m ³	10

2、费用计算说明

项目的投资概算为动态投资概算，其投资总额包括静态投资和涨价预备费。

项目静态投资概算由建安工程费、设备购置费、临时工程费、独立费用、基本预备费等五部分组成。

（1）建安工程费

建安工程费由直接工程费、间接费、利润、材料差价和税金组成。

1）直接工程费

直接工程费由直接费、其他直接费、现场经费组成。

a）直接费由人工费、材料费和施工机械使用费组成。

人工费的计算按《关于调整广西水利水电建设工程定额人工预算单价的通知》（桂水基〔2016〕1号）等有关规定计取，工人预算单价为 7.46 元/工时，其中 3.46 元/工时进入直接费，超过部分（4.0 元/工时）的人工预算单价在工程单价计算表的价差项内计算。

材料费=定额材料用量×材料预算单价（或材料基价）。

施工机械使用费定额的计算，台班定额和台班费定额依据《广西壮族自治区水利水电建筑工程预算定额》（2007 年）以及《关于调整广西水利水电建设工程定额人工预算单价的通知》（桂水基【2016】

1 号)编制。施工机械使用费=定额机械使用量(台班)×施工机械台班费(元/台班)。柴油、汽油以及水泥、砂等材料价格均参考《梧州市建设工程造价信息》2020 年第三期(总第 189 期)梧州市市场价格。

b) 其他直接费

其它直接费包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、安全文明施工措施费和其他。

①冬雨季施工增加费：指在冬雨季施工期间为保证工程质量所需增加的费用。按直接费的 0.5%~1.0%算，其中不计冬雨季施工增加费的地区取 0.5%，计算冬雨季施工增加费的地区取 1.0%。本项目雨季施工时间少，故费率按 0.5%计取，取费基础为直接费。

②夜间施工增加费：指施工场地和公用施工道路的照明费用。按照直接费的百分率计算，其中建筑工程、植物措施取 0.5%，安装工程取 0.7%。

③安全文明施工措施费：指为保证施工现场安全、文明施工所发生的各种措施费用。按直接费的百分率计算，建筑工程取 1.5%，植物措施取 0.5%，安装工程取 1.0%。

其他：按直接费的百分率计算，其中建筑工程、植物措施取 1.0%，安装工程取 0.7%。

因此，其他直接费=直接费×其他直接费率之和，建筑工程费率=0.5+0.5+1.5+1.0=3.5%，植物工程费率=0.5+0.5+0.5+1.0=2.5%。

c) 现场经费

现场经费包括临时设施费和现场管理费；现场经费=直接费×现场经费费率之和。根据不同的工程性质，现场经费费率见表 6-3。

表 6-3 现场经费费率表

工程类别	计算基础	现场经费费率（%）		
		合计	临时设施费	现场管理费
土方工程	直接费	4	2	2
石方工程	直接费	6	2	4
土石填筑工程	直接费	6	2	4
混凝土浇筑工程	直接费	6	3	3
模板工程	直接费	6	3	3
植物措施	直接费	4	1	3
其他工程	直接费	5	2	3

2) 间接费

间接费指施工企业为建筑安装工程施工而进行组织与经营管理所发生的各项费用。它构成产品成本。由管理费、社会保障及企业计提及组成。

间接费=管理费+社会保障及企业计提及

管理费=直接工程费×费率。

社会保障及企业计提及=人工费×费率。

根据不同的工程性质，管理费费率可见表 6-4，社会保障及企业计提及费率见表 6-5。

表 6-4 管理费费率表

序号	工程类别	计算基础	管理费费率（%）
1	土方工程	直接工程费	3
2	石方工程	直接工程费	5
3	土石填筑工程	直接工程费	5
4	混凝土浇筑工程	直接工程费	3
5	模板工程	直接工程费	5

序号	工程类别	计算基础	管理费费率（%）
6	植物措施	直接工程费	3
7	其他工程	直接工程费	4

表 6-5 社会保障及企业计提费率表

序号	名称	费率（%）	序号	名称	费率（%）
1	养老保险费	16	6	生育保险费	0.5
2	失业保险费	0.5	7	工会经费	2
3	医疗保险费	6	8	职工教育经费	1.5
4	工伤保险费	1.3			
5	住房公积金	5		合计	32.8

3) 利润

依据 2007 年《广西壮族自治区水利水电建筑工程预算定额》，本项目费率取 7%，计算基础为直接工程费和间接费之和。

5) 税金

根据《自治区水利厅关于调整水利工程增值税计算标准的通知》（桂水建设【2019】4 号），本项目采用一般计税方法，税率为 9%。

(2) 设备购置费

本项目不涉及设备的购置。

(3) 临时工程费

包括导流工程、施工交通工程、施工场外供电工程、缆机平台工程、施工房屋建筑工程以及其他施工临时工程六部分组成。结合本项目工程特点，临时工程费不计导流工程、施工交通工程、施工场外供电工程及缆机平台工程。

而项目施工房屋建筑及其他临时工程均已做好，因此本项目不是合计到临时工程费。

(4) 独立费用

独立费用由建设管理费、生产准备费、科研勘察设计费、建设及施工场地征收费和

其他组成。

1) 建设管理费

建设管理费包括项目建设管理费、工程建设监理费、联合试运转费、前期工作咨询服务费和项目技术经济评审费等。根据《广西壮族自治区水利水电工程设计概（预）算编制规定》，结合本项目性质，各项费用取费情况如下：

a 项目建设管理费

①建设单位开办费：本项目为矿山恢复治理和土地复垦项目，不考虑项目建设管理费的设置；

②建设单位管理费：按照建筑及安装工程费和建设项目单位开办费之和的百分率计算，工程总概算小于 100 万元，本项目建设单位管理费费率为 1.5%；

③工程管理经常费，按照建筑及安装工程费的百分率计算，本项目工程管理经常费费率为 3.0%。

b 工程建设监理费：

按照国家发改委、建设部发改价格〔2007〕670 号文规定计算。对计费额（建筑及安装工程费、设备费、联合试运转费之和）小于 100 万元的施工监理服务收费基价按表 6-6 确定。本项目建设施工静态总投资为 85.14 万，工程建设监理费按 4.63 万计取。

表 6-6 施工监理服务收费基价表

序号	计费额（万元）	收费基价（万元）
1	≤100	4.63
2	300	11.25
3	500	16.50
4	1000	30.10

c 联合试运转费

本项目无机电安装工程，不计联合试运转费。

d 前期工作咨询服务费

本方案不计该项费用。

e 项目技术经济评审费

以建筑及安装工程费、永久设备费、建设征地和移民安置补偿费之和为计费基础，按 0.1%~0.5% 计算。技术复杂、建设难度大的项目取上限，反之取下限，本项目技术经济评审费费率取值 0.5%。

2) 生产准备费

生产准备费指项目的生产、管理单位为准备正常的生产运行或管理发送的费用，包括生产及管理单位提前进厂费、生产职工培训费、管理用具购置费、备品备件购置费和工器具及生产家具购置费。本项目不涉及生产准备费。

3) 科研勘察设计费

科研勘察设计费为工程建设所需的科研、勘察和设计等费用，包括工程科学研究试验费和工程勘察设计费。

a 工程科学研究试验费：结合本项目施工特点，不涉及工程科学研究试验费。

b 工程勘察设计费:包括工程前期工作勘察费和前期工作设计费, 本项目只计算前期工作勘察费, 并按项目合同计取, 取 3.0 万元, 该费用矿山地质环境保护治理工程与土地复垦工程共用, 只计入矿山地质环境保护治理工程独立费用中。

4) 建设及施工场地征用费

本项目无建设及施工场地征用费。

5) 其他

由工程平行检测费、工程保险费、招标业务费、工程验收抽检费、其他税费等组成。

a 工程平行检测费:按建筑及安装工程费的 0.2%~0.4%计算, 本项目取 0.4%。

b 工程保险费:按建筑及安装工程费的 4.5‰~5‰计算, 本项目取 5‰。

c 招标业务费:根据国家计委(计价格(2002)1980 号)关于印发《招标代理服务收费管理暂行办法》的通知的标准计算, 见表 6-7。招标代理服务收费按差额定率累进法计算。根据本项目实际, 按建筑及安装工程费的 0.55%计算。

表 6-7 招标代理服务收费收费标准

序号	货物招标	服务招标	工程招标
≤100	1.5	1.5	1.0
100~500	1.1	0.8	0.7
500~1000	0.8	0.45	0.55
1000~5000	0.5	0.25	0.35
5000~10000	0.25	0.1	0.2
10000~100000	0.05	0.05	0.05

序号	货物招标	服务招标	工程招标
>100000	0.01	0.01	0.01

d 工程验收抽检费：按建筑及安装工程费的 0.3%~0.6%计算，本项目取 0.4%。

e 其他税费

其他税费主要包括建筑工程意外伤害保险费、水资源报告评价费、地质灾害及地震安全性评价费、工程安全鉴定费、水利工程确权划界费等，根据本项目性质，只计建筑工程意外伤害保险费，按一至四部分建筑及安装工程费的 3%计算。

（4）价差预备费

价差预备费是指项目在建设期内由于价格等变化引起工程造价变化的预测预留费用。费用内容包括：人工、设备、材料、施工机械的价差费。

价差预备费的测算方法，根据国家规定的投资综合价格制数，按估算年份价格水平的投资额为基数，采用复利方法计算。计算公式为：

$$\text{价差预备费 } P = \sum I_t [(1+f)^n - 1]$$

式中：P—价差预备费估算额；

I_t —建设期中第 t 年的投资计划额（按建设期前一年价格水平估算）；

n —建设期年分数； f —年平均价格预计上涨率。

据参考广西壮族自治区近期内物价上涨指数，年平均价格上涨率参照近 2010~2017 年居民消费物价指数（CPI）平均计取，动态投资

价差预备费率取 3.0%。

(5) 建设期融资利息

根据国家财政金融政策规定，工程在建设期内需偿还并应计入工程总投资的融资利息。本项目不涉及融资利息计算。

(二) 单项工程量及其经费估算

本项目修复工程全部工程施工费总计 689815.48 元。

表 6-8 建筑工程概算表

编号	单价 编号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)
第一部分 建筑工程						689815.48
一		地貌重构工程				150314.09
(一)		斜坡道、斜井封堵回填工程				***
1	2	浆砌块石	m³砌体方	***	243.00	***
2	3	干砌块石	m³	***	175.31	***
(二)	9	建筑物拆除	m³	***	1.66	***
(三)	10	水泥硬化地面清理 (0.3m)	m³	***	18.17	***
(四)	1	废弃物石方清运 (约 1km)	m³	***	9.48	***
(五)	11	土地平整 (0.2m)	m³	***	2.70	***
二		土壤重构		***		5085.94
(一)	12	表土覆土 (覆土厚度 0.3m)	m³	***	2.12	***
(二)	15	表土培肥 (0.01kg 每平方米)	kg	***	26.02	***
三		植被重建工程		***		83763.58
(一)	5	乔木坑种挖土 (0.9*0.9*0.9)	株	***	6.95	***

编号	单价 编号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (元)
(二)	15	乔木培肥（每株按 1kg）	kg	***	26.02	***
(三)	4	撒播蜈蚣草草籽（0.005kg 每平方米）	hm ²	***	1776.19	***
四		地质环境监测		***		162193.20
(一)		地质灾害监测		***		***
1	6	人工巡查（频率 12 次/ 年，按 10 年计）	工日	***	95.43	***
(二)		水环境监测				***
1	13	地下水水位监测（频率 12 次/年，按 10 年计）	工日	***	211.48	***
2	14	地下水水质监测（频率 2 次/年，按 10 年计）	工日	***	480.04	***
五		土地资源监测		***		22979.76
(一)	7	土地损毁监测（频率 6 次/ 年，按 7 年计）	工日	***	81.47	***
(二)	16	土壤质量监测（频率 2 次/ 年，按 3 年计）	工时	***	387.20	***
六		生态系统监测		***		76080.16
(一)	17	植被恢复监测（频率 2 次/ 年，按 3 年计）	工时	***	731.54	***
(二)	18	土壤污染监测（频率 2 次/ 年，按 3 年计）	工时	***	731.54	***
七		管护工程		***		189398.75
(一)	8	乔木林地（管护 3 年）	株	***	11.61	***
(二)	5	乔木林地补种	株	***	6.95	***
(三)	15	乔木追肥	kg	***	26.02	***

（三）总工作量及其经费估算

1) 总工程量

本项目生态修复工程总工程量见前表 6-1。

2) 总经费估算

本项目生态修复区面积总计 1.1242hm²，生态修复静态总投资 85.14 万元，动态总投资 101.76 万元，资金来源全部为矿山企业自筹。

表 6-9 工程项目概算总表 单位万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
I	工程部分投资				
一	建筑工程	68.98			68.98
(一)	地貌重构工程	15.03			15.03
(二)	土壤重构	0.51			0.51
(三)	植被重建工程	8.38			8.38
(四)	地质环境监测	16.22			16.22
(五)	土地资源监测	2.30			2.30
(六)	生态系统监测	7.61			7.61
(七)	管护工程	18.94			18.94
二	机电设备及安装工程				
三	金属结构设备及安装工程				
四	临时工程				
五	独立费用				12.11
(一)	建设管理费			8.07	
(二)	生产准备费				
(三)	科研勘察设计费			0.14	
(四)	建设及施工场地征用费				
(五)	其他			3.90	
	一至五部分投资合计	68.98		12.11	81.09
(5%)	基本预备费				4.05
	静态总投资				85.14

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	独立费用	合计
	价差预备费				16.62
	建设期融资利息				
	工程部分总投资				101.76
II	移民与环境投资				
一	征地移民补偿				
二	水土保持工程				
三	环境保护工程				
	移民与环境总投资				
III	工程投资总计				
	静态总投资				85.14
	动态总投资				101.76

三、阶段性工作任务与经费安排

（一）阶段工作任务

本方案按矿山生产年限 7.0 年、土地复垦与恢复治理工程及管护期 3.0 年进行规划，对矿山开采破坏情况进行总体部署，设计分生产中前期、生产后期及闭坑后三个阶段进行矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程部署。分述如下：

第一阶段（生产中前期）：2026 年 1 月至 2030 年 12 月，共 5.0 年，主要工作包括排水沟、挡土墙及监测井工程。

第二阶段（生产后期）：2030 年 1 月至 2031 年 12 月，共 2.0 年，主要工作为生产过程中地质灾害监测工程。

第三阶段（闭坑后）：2032 年 1 月至 2033 年 12 月，共计 1.0 年，恢复治理与土地复垦工作包括各井口场地、废石场、生活区、矿山公路及沉淀池等恢复治理及土地复垦工程，井筒封堵工程。

第四阶段（闭坑后）：2034 年 1 月至 2035 年 12 月，共计 2.0 年，地质灾害监测工程，以及恢复治理及土地复垦实施后的监测及管护工程。

表 6-10 阶段性经费治理工程动态投资估算结果表

阶段	年度	静态投资	价差预备费	动态投资
		（元）	（元）	（元）
第一阶段工程	第 1 年度	251007.09	7530.21	258537.30
（2026.1-2030.12）	第 2 年度	16219.32	987.76	17207.08
	第 3 年度	16219.32	1503.97	17723.29
	第 4 年度	16219.32	2035.67	18254.99
	第 5 年度	16219.32	2583.32	18802.64
小计		315884.37	14640.92	330525.29
第二阶段工程	第 6 年度	16219.32	3147.40	19366.72
（2031.1-2032.12）	第 7 年度	16219.32	3728.40	19947.72
小计		32438.64	6875.79	39314.43
第三阶段工程	第 8 年度	16219.32	4326.83	20546.15
（2033.1-2033.12）		16219.32	4326.83	20546.15
第四阶段工程	第 9 年度	16219.32	4943.21	21162.53
（2034.1-2035.12）	第 10 年度	16219.32	5578.09	21797.41
小计		32438.64	10521.30	42959.94
合计		396980.97	36364.85	433345.82

表 6-11 阶段性经费土地复垦工程动态投资估算结果表

阶段	年度	静态投资	价差预备费	动态投资
		（元）	（元）	（元）
第一阶段工程	第 1 年度	1955.28	58.66	2013.94
（2026.1-2030.12）	第 2 年度	1955.28	119.08	2074.36
	第 3 年度	1955.28	181.31	2136.59
	第 4 年度	1955.28	245.40	2200.68
	第 5 年度	1955.28	311.43	2266.71
小计		9776.40	915.87	10692.27
第二阶段工程	第 6 年度	1955.28	379.43	2334.71
（2031.1-2032.12）	第 7 年度	1955.28	449.47	2404.75
小计		3910.56	828.89	4739.45
第三阶段工程	第 8 年度	257566.41	68711.01	326277.42
（2033.1-2033.12）		257566.41	68711.01	326277.42

第四阶段工程	第 9 年度	91590.57	27914.35	119504.92
(2034.1-2035.12)	第 10 年度	91590.57	31499.50	123090.07
小计		183181.14	59413.85	242594.99
合计		454434.51	129869.63	584304.14

表 6-12 阶段性经费动态投资估算结果表

阶段	年度	静态投资	价差预备费	动态投资
		(元)	(元)	(元)
第一阶段工程	第 1 年度	252962.37	7588.87	260551.24
(2026.1-2030.12)	第 2 年度	18174.60	1106.83	19281.43
	第 3 年度	18174.60	1685.28	19859.88
	第 4 年度	18174.60	2281.07	20455.67
	第 5 年度	18174.60	2894.74	21069.34
小计		325660.77	15556.80	341217.57
第二阶段工程	第 6 年度	18174.60	3526.82	21701.42
(2031.1-2032.12)	第 7 年度	18174.60	4177.87	22352.47
小计		36349.20	7704.69	44053.89
第三阶段工程	第 8 年度	273785.73	73037.84	346823.57
(2033.1-2033.12)		273785.73	73037.84	346823.57
第四阶段工程	第 9 年度	107809.89	32857.56	140667.45
(2034.1-2035.12)	第 10 年度	107809.89	37077.59	144887.48
小计		215619.78	69935.15	285554.93
合计		851415.48	166234.48	1017649.96

(二) 近年工作任务与经费进度安排

矿区近三年修复工作任务主要包括排水沟、挡土墙及监测井工程。

年度工作任务安排详见表 6-13、表 6-14。

表 6-13 近三年修复工作任务

工程内容			计量单位	第一年	第二年	第三年
地质灾害监测	地质灾害监测	人工巡查（频率 12 次/年，按 3 年计）	次	**	**	**
	水环境监测	地下水水位监测（频率 12 次/年，按 3 年计）	点·次	**	**	**
		地下水水质监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	点·次	**	**	**

工程内容			计量单位	第一年	第二年	第三年
土地资源监测	土地损毁监测	土地损毁监测（频率 6 次/年，按 3 年计）	点·次	**	**	**
	复垦后土壤质量监测	土壤质量监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	点·次	**	**	**
生态系统监测	植被恢复监测	植被恢复监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	点·次	**	**	**
	土壤污染监测	土壤污染监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	点·次	**	**	**

表 6-14 近三年经费进度安排

序号	工作内容	单位	数量	单价	第一年	第二年	第三年	合计
(十二)	地质灾害监测				5725.8	5725.8	5725.8	17177.40
1	人工巡查（频率 12 次/年，按 3 年计）	工日	**	**	5725.8	5725.8	5725.8	17177.40
(十三)	水环境监测		**	**	5532.16	5532.16	5532.16	16596.48
1	地下水水位监测（频率 12 次/年，按 3 年计）	工日	**	**	1691.84	1691.84	1691.84	5075.52
2	地下水水质监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	工日	**	**	3840.32	3840.32	3840.32	11520.96
(十四)	土地损毁监测（频率 6 次/年，按 3 年计）	工日	**	**	488.82	488.82	488.82	1466.46
(十五)	土壤质量监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	工时	**	**	774.4	774.4	774.4	2323.20
(十六)	植被恢复监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	工时	**	**	1463.08	1463.08	1463.08	4389.24
(十七)	土壤污染监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	工时	**	**	1463.08	1463.08	1463.08	4389.24

第七章 保障措施与公众参与

一、保障措施

（一）组织保障措施

1、为确保工程如期完成，矿山必须建立管理组织，矿山主要负责人统一协调和组织矿山恢复治理工作。

2、施工班、组应配备有丰富安全技术知识和安全管理经验的安全管理人员。

3、生态修复管理机构参见图 7-1。

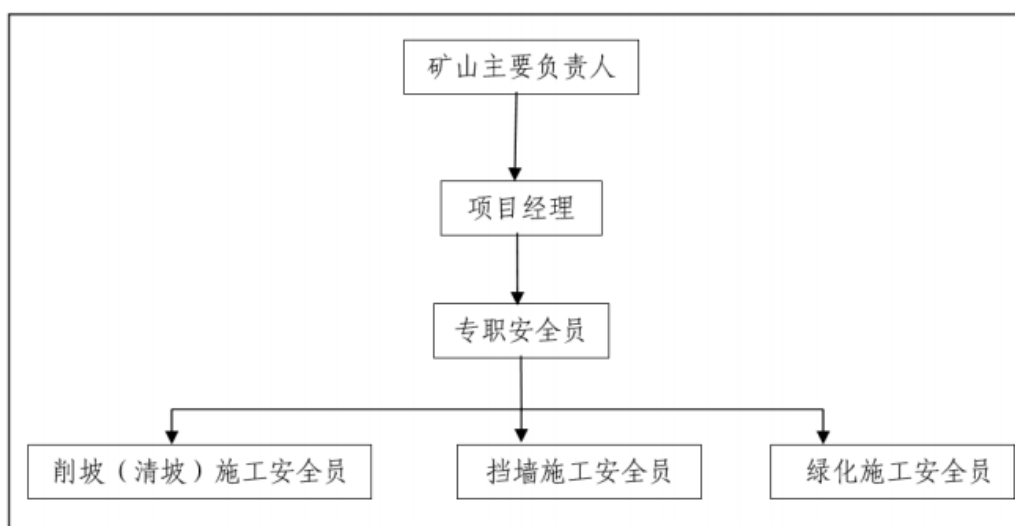


图 7-1 矿山地质环境与恢复治理工程管理机构图

4、特种施工作业人员按规定配备。

5、矿山主要负责人、项目经理、安全员等须经过培训，做到持证上岗。

6、建立各工种规章制度、安全责任制度与操作规程。

（二）技术保障措施

1、方案编制阶段中，我队应与矿山单位密切合作，充分了解矿山基本情况。

2、方案实施过程中，根据方案内容，与有关技术单位合作，按方案实施计划和年度计划，并及时总结阶段性矿区生态修复方案实施经验，及时修订更符合实际的矿区生态修复方案。

3、严格按照建设工程招投标制度选择和确定施工队伍，要求施工队伍具有相应等级的资质。

4、选择有相应等级资质，有技术优势和较强社会责任感的监理单位，委派技术人员与监理单位密切合作，确保施工质量。

（三）资金保障措施

按规定缴纳保证金，落实各阶段费用，严格按照矿区生态修复方案的年度工程实施计划安排，分阶段有步骤的资金的预算支出，进行矿山生态修复，并及时编制验收报告，申请自然资源主管部门验收，及时返还保证金，确保矿山生态修复工作顺利进行。

（四）监管保障措施

经批准后的方案具有法律强制性，不得擅自变更。方案有重大变更的，应向自然资源主管部门申请，自然资源主管部门有权依法对方案实施情况进行监督管理。强化施工管理，严格按照方案要求进行自查，并主动与自然资源主管部门取得联系，加强与自然资源主管部门合作，自觉接受自然资源主管部门的监督管理。

根据方案编制的实施计划，定期向自然资源主管部门报告矿山生

态修复与当年进度情况，接受自然资源主管部门对实施情况监督检查，接受社会对实施情况监督。

二、公众参与

在编制方案报告书阶段，到项目所在县自然资源局、乡、村的干部及群众中进行调查，将方案规划的目标和内容与他们相互交流，得到他们的拥护和支持，在矿山生态修复工作实施过程中，县自然资源局、地方政府、农业部分及有关土地权属人共同协商，充分征求有关人的意见；方案编制好后，编制人员再次走访当地的群众，向他们讲述最终方案，他们对矿山生态修复目标、标准、植物的选择等意见。矿山生态修复结束后，自然资源主管部门进行验收时，除组织相关专家外，也将邀请部分群众代表参加，确保验收工作公平、公正、公开。

三、效益分析

矿区生态修复方案实施后，可有效避免或减轻矿山地质环境、土地资源、生态系统等问题，改善矿区生态环境，最大限度地减少矿山地质环境、土地资源、生态系统破坏，具有显著的社会效益、生态效益和经济效益。

（一）社会效益分析

项目区矿山生态修复的社会效益反映项目对社会的作用、贡献及价值，主要根据当地居民生活得到的有效保护等因素来描述矿山生态修复后的效益。本项目对当地社会的效益分析如下：

维护当地居民身体健康状况：通过矿山生态修复，使项目区的生

态环境质量得到改善。使项目区的植被、水、空气、土壤等环境条件得到改善，使人居环境得到有效改善，从而减少当地居民疾病的发生，维护当地居民的身体健康状况。

提高农民就业率：项目的实施，给当地项目区农民提供了更多用地的同时，提供了更多的工作岗位，增加项目区居民的收入，进而提高项目区居民的生活水平，有利于项目区社会稳定。

带动当地经济的发展：项目的开发建设有助于实现当地的资源优化配置，有助于将当地资源优势转化为经济优势，带动地方经济的发展。也将推动地方经济的发展，对进一步提高当地人民生活水平起到了积极作用。

综上所述，本项目的实施将改善当地的生存环境和生产条件，提高了环境抵御灾害的能力，对项目区及周边的农业、城镇的健康发展具有重要意义，且对全社会的安定团结和稳定发展也有重要意义，它将是保证区域可持续发展的重要组成部分，因而具有重要的社会效益。

（二）生态效益分析

生态环境效益是指项目区矿山生态修复投资的环境价值或贡献。矿山生态修复是与生态重建密切结合的大型工程。在该地区进行矿山生态修复，对矿产开采造成的矿山地质环境、土地资源生态系统等问题进行治理与复垦，其生态意义极其巨大。

按本方案实施后，复垦土地类别为乔木林地，乔木林地种植松树。通过综合应用工程措施、生物化学措施实行综合治理，复垦后，与矿

区土地现状基本一致，使破坏的土地、矿山生态结构、生态环境和生态平衡得以恢复，实现可持续利用并向良性方向发展。有利于空气、土地质量的提高，这样的环境基本维持原来的生态平衡或优于原来的生态环境，最大程度减少了水土流失破坏程度，适宜人、动物的活动及植物的生长。使环境得到和谐、持续的发展。

（三）经济效益

经济效益是指投入与产出的比率，矿山生态修复的经济效益评价主要是对治理复垦后的矿山土地进行林地复垦方向的土地生产能力的评价。经济效益体现在两个方面：一是直接经济效益；二是间接经济效益。直接经济效益是指通过土地复垦工程对土地的再利用带来的牧业产值。间接经济效益是通过土地复垦工程实施而减少的对土地等需要的生态补偿费。

矿山生态修复对于水土保持生态恢复起很大的作用，有效缓解矿山开采对当地水土的损毁，在一定程度上补偿了生态损毁造成的影响，间接为当地创造了经济效益。

第八章 结论

1、梧州市福联矿业有限公司梧州市龙圩区水胜口—牛栏冲银矿位于广西壮族自治区梧州市龙圩区西南约***km（方位角约***°）的***、***，以及藤县县城以东约***km 的***，行政上隶属于龙圩区***与藤县***管辖。矿区中心地理坐标为：东经***，北纬***。矿区面积***平方公里；开采方式：地下开采；开采矿种：银矿、金；生产规模***万吨/年。本方案服务年限 10 年，即：2026 年 1 月至 2036 年 1 月。其中，第 1 至 7 年为矿山生产年限，第 7 年为矿山闭坑后的治理期，第 8 至 10 年为管护期。方案基准日期以拟申请的采矿许可证颁发日期起算。

2、现在问题

现状评估采空区地面塌陷、崩塌滑坡及泥石流等地质灾害弱发育，危险性中等。地质灾害对矿山地质环境的影响和破坏程度较轻。采矿活动对含水层的影响或破坏程度较轻；对地形地貌景观的影响和破坏较严重；对土地资源的影响和破坏较轻。

已损毁土地总面积为***hm²，损毁土地类型为果园***hm²，乔木林地***hm²、其他草地***hm²、农村道路***hm²、采矿用地***hm²，矿山场地潜在污染风险较轻。矿山开采不会对生态系统生产能力产生明显影响，不会改变区域生态系统的完整性，不会影响物种多样性，矿山开采对生态环境影响产生影响较轻。

3、受损预测

预测采矿活动引发采空区地面塌陷地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性小；引发不稳定斜坡及泥石流地质灾害的可能性小等，危害程度小，危险性中等；引发矿坑突水地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。预测矿山建设本身遭受采空区地面塌陷、不稳定斜坡及泥石流等地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。地质灾害对矿山地质环境的影响或破坏程度较严重。采矿活动对地下含水层的影响或破坏程度较严重；对地形地貌景观的影响和破坏程度较严重；对土地资源的影响和破坏程度较轻。

4、土地损毁评估

采矿活动影响范围损毁的土地总计面积为***hm²，分别为生活区损毁面积为***hm²、风场损毁面积为***hm²、工业区损毁面积为***hm²、办公区损毁面积为***hm²、矿区道路损毁面积为***hm²。

本矿山最终复垦方向为：乔木林地***hm²。

5、修复工程

本次设计各项复垦工程汇总详见表 8-1。

表 8-1 修复工程汇总表

修复内容		工程内容	计量单位	工程量
地貌 重构	斜坡道、斜井封堵回填工程	块石	立方米	***
		浆砌块石	立方米	***
	建筑物拆除	生活区、办公区、工业区、风场建构筑物拆除	立方米	***
	水泥硬化地面清理	硬化水泥路面清理（清理深度 0.3m）	立方米	***

	废弃物石方清运	废弃物石方清运（运距 1km）	立方米	***
	土地平整	表土平整（平均 0.2m）	立方米	***
土壤重构	覆土工程	表土覆土（覆土厚度 0.3m）	立方米	***
	土壤培肥	表土培肥（0.01kg 每平方米）	kg	***
植被重建	草木恢复工程	松树苗	棵	***
		松树坑种挖土（0.9*0.9*0.9）	立方米	***
		松树培肥（每株按 1kg）	kg	***
		撒播蜈蚣草草籽（0.005kg 每平方米）	kg	***
地质环境监测	地质灾害监测	人工巡查（频率 12 次/年，按 10 年计）	次	***
	水环境监测	地下水水位监测（频率 12 次/年，按 10 年计）	点·次	***
		地下水水质监测（频率 2 次/年，按 10 年计）	点·次	***
土地资源监测	土地损毁监测	土地损毁监测（频率 6 次/年，按 7 年计）	点·次	***
	复垦后土壤质量监测	土壤质量监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	点·次	***
生态系统监测	植被恢复监测	植被恢复监测（频率 2 次/年，按 3 年计）	点·次	***
	土壤污染监测	土壤污染监测（频率 2 次/年，按 10 年计）	点·次	***
管护工程	乔木林地管护	乔木林地（管护 3 年）	棵	***
	乔木林地补种	乔木林地（管护 3 年）	棵	***
	乔木追肥	乔木林地（管护 3 年）	kg	***

6、经费估算

本项目生态修复静态总投资 85.14 万元，动态总投资 101.76 万元。资金来源全部为矿山企业自筹。

7、建议

（1）矿山应建立地质灾害及环境问题监测系统，并始终贯穿于矿井开发的全过程，坚持边开发、边治理的原则，最大限度地减少矿山开采对环境的影响。

（2）按相关部门要求做好矿坑涌水、废石淋滤水的处理及排放。

（3）应严格按照设计预留保安矿柱，防止采空区地面塌陷、地面塌陷等地质灾害发生。

（4）废石场拦渣墙应委托有资质单位进行专项勘查、设计后施工。